

# AGRÁRINFORMATIKA FOLYÓIRAT

## JOURNAL OF AGRICULTURAL INFORMATICS

2012.  
Vol. 3, No. 2  
ISSN 2061-862X

<http://journal.magisz.org>



M A G I S Z  
[www.magisz.org](http://www.magisz.org)

**TÁMOP 4.2.3-08/1-2009-0004**

**„Innovatív információtechnológiák agrárgazdasági  
kutatási, fejlesztési, alkalmazási eredmények  
disszeminációja”**

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai  
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



**Nemzeti Fejlesztési Ügynökség**

ÚMFT infóvonal: 06 40 638 638  
[nfu@meh.hu](mailto:nfu@meh.hu) • [www.nfu.hu](http://www.nfu.hu)



## Agrárinformatika folyóirat

### A tudományos folyóirat

Neve: Agrárinformatika/Agricultural Informatics

Nyelve: Magyar/Angol

Megjelenése: 2-4 szám évente

Kiadó: Magyar Agrárinformatikai Szövetség, H-4032 Debrecen, Böszörményi út. 138.

Magyarország

ISSN 2061-862X

## Journal of Agricultural Informatics

### Scientific Journal

Name: Agrárinformatika / Agricultural Informatics

Language: Hungarian / English

Issues: 2-4 per year

Publisher: Hungarian Association of Agricultural Informatics (HAAI), H-4032 Debrecen,  
Böszörményi út. 138. Hungary

ISSN 2061-862X

## Kuratórium

**UDOVECZ, Gábor** - Agrárgazdasági Kutató Intézet, Magyarország

**GEMMA, Masahiko** - Waseda University, Japán

**HAVASS, Miklós** - SZÁMALK, Magyarország

**NÁBRÁDI, András** - Debreceni Egyetem, Magyarország

**RAJKAI, Kálmán László** - MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézete

**SCHIEFER, Gerhard** - University of Bonn, Németország

**ZAZUETA, Fedro** - University of Florida, USA

## Főszerkesztő

**RAJKAI, Kálmán László** - MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Magyarország

## Szerkesztőbizottság

**ALFÖLDI, István** - Neumann János Számítógép-tudományi Társaság, Magyarország

**CEBECI, Zeynel** - Cukurova University, Törökország

**CSUKÁS, Béla** - Kaposvári Egyetem, Magyarország

**FRITZ, Melanie** - University of Bonn, Németország

**GAÁL, Márta** - Budapesti Corvinus Egyetem, Magyarország

**GACEU, Liviu** - Transilvania University Brasov, Románia

**HAVLICEK, Zdenek** - Life Science University, Csehország

**HERDON, Miklós** - Debreceni Egyetem, Magyarország

**KAPRONCZAI, István** - Agrárgazdasági Kutató Intézet, Magyarország

**KÁRPÁTI, László** - FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Magyarország

**LACZKA, Éva** - Központi Statisztikai Hivatal, Magyarország

**NAGY, Elemérné** - Szegedi Tudományegyetem, Magyarország

**PITLIK, László** - Szent István Egyetem, Magyarország

**REMETEY-FÜLÖPP, Gábor** - HUNAGI, Magyarország

**RÓZSA, Tünde** - Debreceni Egyetem, Magyarország

**SZENTELEKI, Károly** - Budapesti Corvinus Egyetem, Magyarország

**SZILÁGYI, Róbert** - Debreceni Egyetem, Magyarország

**TOMOR, Tamás** - Károly Róbert Főiskola, Magyarország

**TZORTZIOS, Stergios** - University of Thessaly, Görögország

**VÖRÖS, Mihály László** – Edutus Főiskola, Magyarország

## Technikai szerkesztők

**LENGYEL, Péter** - Debreceni Egyetem, Magyarország

**PANCSIRA, János** - Debreceni Egyetem, Magyarország

## Board of Advisors and Trustees

**UDOVECZ, Gábor** - Research Institute of Agricultural Economics, Hungary  
**GEMMA, Masahiko** - Waseda University, Japan  
**HAVASS, Miklós** - SZÁMALK, Hungary  
**NÁBRÁDI, András** - University of Debrecen, Hungary  
**RAJKAI, Kálmán László** – ISSAC, Centre for Agricultural Research, Hungary  
**SCHIEFER, Gerhard** - University of Bonn, Germany  
**ZAZUETA, Fedro** - University of Florida, USA

## Editor in Chief

**RAJKAI, Kálmán László** - RISSAC, Hungary

## Editorial Board

**ALFÖLDI, István** - John von Neumann Computer Society, Hungary  
**CEBECL, Zeynel** – Cukurova University, Turkey  
**CSUKÁS, Béla** - Kaposvár University, Hungary  
**FRITZ, Melanie** - University of Bonn, Germany  
**GAÁL, Márta** - Corvinus University of Budapest, Hungary  
**GACEU, Liviu** - Faculty of Food and Tourism, Romania  
**HAVLICEK, Zdenek** - Life Science University, Czech Republic  
**HERDON, Miklós** - University of Debrecen, Hungary  
**KAPRONCZAI, István** - Research Institute of Agricultural Economics, Hungary  
**KÁRPÁTI, László** - Ministry of ARD, Institute for Rural Development, Training and Extension, Hungary  
**LACZKA, Éva** - Hungarian Central Statistical Office, Hungary  
**NAGY, Elemérné** - University of Szeged, Hungary  
**PITLIK, László** - Szent István University, Hungary  
**REMETEY-FÜLÖPP, Gábor** - HUNAGI, Hungary  
**RÓZSA, Tünde** - University of Debrecen, Hungary  
**SZENTELEKI, Károly** - Corvinus University of Budapest, Hungary  
**SZILÁGYI, Róbert** - University of Debrecen, Hungary  
**TOMOR, Tamás** - Károly Róbert College, Hungary  
**TZORTZIOS, Stergios** - University of Thessaly, Greece  
**VÖRÖS, Mihály László** - Edutus College, Hungary

## Technical Editors

**LENGYEL, Péter** - University of Debrecen, Hungary  
**PANCSIRA, János** - University of Debrecen, Hungary

## ELŐSZÓ

Az információ-technológia napjainkban az élet minden területén megtalálható mindennapi eszköz. Igaz ez az agrárgazdaság szinte minden területén is, amelyet kiterjesztett és felgyorsított Magyarországon az agrárgazdaság egészére kiterjedő, Európai Unió agrárinformációs rendszerek bevezetése. A Magyar Agrárinformatikai Szövetség (MAGISZ) az agrár-felsőoktatásban az informatikai képzések támogatója, az Agrárinformatikai Nyári Egyetemek, valamint szakmai konferenciák, rendezvények szervezője. Széleskörű kapcsolatot tart a hazai és külföldi társszervezetekkel, intézményekkel. A MAGISZ tagsága figyelemmel kíséri az Európai Agrárinformatikai Szövetség (EFITA) tevékenységét és részt vesz annak konferenciáin. Az agrárinformatika világszervezete (INFITA – International Network for Information Technology in Agriculture) 2002-ben határozta el a „Journal of Information Technology in Agriculture” folyóirat indítását. Az Agrárinformatika folyóirat létrehozása a MAGISZ 2009-ben megkezdett TÁMOP programjában nyert támogatást.

Az agrárinformatika nemcsak az ágazatirányítás rendszereinek fejlesztését, hanem a termelők termelési, szervezési, piaci információinak szerzését és közlését szolgálja. A vidékfejlesztéshez kapcsolódó informatikai kutatásokat és fejlesztéseket Brüsszel is támogatja.

A technológiák hálózatára alapozott és az együttműködésre épülő üzleti rendszer többek között az élelmiszeriparban biztosít korszerű termelést és ellátást. A szektor szintű megközelítés, a feldolgozott mezőgazdasági termék nyomon követhetősége egyaránt a korszerű információs technika alkalmazását teszi szükségessé mind a belföldi, mind a nemzetközi piaci szereplők részéről.

Az Agrárinformatika magyar és angol nyelvű folyóirat az agrárinformatika terén elért kutatási, fejlesztési és alkalmazási eredmények széles körben való megismertetését szolgálja. Fórumot kíván továbbá nyújtani az agrárinformatika témakörében készített doktori (PhD) értekezések eredményeinek. Az információtechnológia lehetőségei azonban folyamatosan bővülnek, a lehetőségek egyre összetettebbekké válnak, naprakész ismeretük és használatuk ezért komoly versenyelőnyt jelenthet.

Ez a néhány indok már elégséges a folyóirat létrehozásának bemutatására. Az Agrárinformatika folyóirat az informatikai tájékozottság növelését, az Internet-használat előnyeit kívánja megismertetni az olvasókkal, illetve fórumot teremt azok alkalmazásának és továbbfejlesztésének a bemutatására.

A folyóirat szerkesztő bizottsága a felsőoktatási intézmények informatikával foglalkozó szakembereiből, közgazdászokból és agrárkutató intézetek munkatársaiból tevődik össze. A szerkesztőbizottság tagjai egyelőre csupán remélni tudják, hogy az induló elektronikus folyóiratban való publikálásra igény és közleményei iránt érdeklődés mutatkozik.

Dr. Rajkai Kálmán  
a Szerkesztőbizottság elnöke

## PREFACE

Information technology is an everyday means that is found in all walks of life today. This is also true for almost all areas of agricultural management, which in Hungary has been extended and accelerated by the introduction of EU agro-informatic's systems. The Hungarian Association for Agricultural Informatics (HAAI) as a supporter of education in information science, the organiser of University Summer Courses in Informatics and a contact agent for fellow organisations both at home and abroad. It also keeps track of the activities of the European Association for Agricultural Informatics (EFITA) and takes part in its conferences. The world-wide organisation of agricultural informatics (INFITA – International Network for Information Technology in Agriculture) decided on launching a journal entitled „Journal of Information Technology in Agriculture” in 2002. The Journal of Agricultural Informatics has been established in 2009 by the HAAI.

Agricultural informatics serves not only the development of the management systems of the industry but also obtaining and publicising information on production, organisation and the market for the producer. The Commission in Brussels support rural development-related research and developments in informatics.

Technologies into network based business systems built on co-operation will ensure up-to-date production and supply in food-industry. The sector-level approach and the traceability of processed agricultural products both require the application of up-to-date information technology by actors of domestic and international markets alike.

This journal serves the publication as well as familiarization the results and findings of research, development and application in the field of agricultural informatics to a wide public. It also wishes to provide a forum to the results of the doctoral (Ph.D) theses prepared in the field of agricultural informatics. Opportunities for information technology are forever increasing, they are also becoming more and more complex and their up-to-date knowledge and utilisation mean a serious competitive advantage.

These are some of the most important reasons for bringing this journal to life. The journal “Agricultural Informatics” wishes to enhance knowledge in the field of informatics, to familiarise its readers with the advantages of using the Internet and also to set up a forum for the introduction of their application and improvement.

The editorial board of the journal consists of professionals engaged in dealing with informatics in higher education, economists and staff from agricultural research institutions, who can only hope that there will be a demand for submitting contributions to this journal and at the same time there will also be interest shown toward its publications.

Dr. Kálmán Rajkai

Chair of the Editorial Board

## Tartalom/Content

*Zacharoula S. Andreopoulou*

*Green Informatics: ICT for Green and Sustainability.....1*

*László Várallyai*

*From Barcode to QR Code Applications.....9*

*Tünde Riskó Csapóné*

*Labelling and Safety of Foodstuff, Local Products, Governmental Measures, Conscious Consumerism – What Next?.....18*

*Abu Zafar Mahmudul Haq Mail*

*The Agricultural Extension Contact in Bangladesh.....29*

*Kovács Sándor, Balogh Péter*

*Hierarchikus markov folyamatok alkalmazása a sertéstartás döntési folyamataiban  
Application of the Hierarchic Markovian Decision Processes in the Decision Making Processes of Pig  
Keeping.....37*

*Fodor Nándor*

*4Mx talaj-növény modell: alkalmazások, lehetőségek és kihívások  
4Mx Soil-Plant Model: Applications, Opportunities and Challenges.....50*

*Nagy Lajos*

*A növénytermesztés szerkezetének optimalizálása a kockázatok figyelembevételével  
Crop Production Structure Optimization with Considering Risk.....61*

*Botos Szilvia*

*Új generációs hálózati infrastruktúra szükségessége és szélessávú hálózatfejlesztések értékelése a  
vidéki régiókban  
Necessity of Next Generation Network Infrastructure and the Evaluation of Broadband Developments in Rural  
Regions.....72*

## Green Informatics: ICT for Green and Sustainability

Zacharoula S. Andreopoulou<sup>1</sup>

## INFO

Received 19 Nov 2012

Accepted 17 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

**Kulcsszavak:**Green Informatics, Green ICTs,  
e-m services, environmental  
protection, sustainabilityABSTRACT

Green Informatics constitute a new term in the science of information that describes the utilization of informatics in the interest of the natural environment and the natural resources regarding sustainability and sustainable development. Nowadays, ICT has introduced the convergence of e-services with broadband network infrastructure, wireless technologies and mobile devices. The revolution of ICTs introduction in daily average life has also resulted in the increase of GHG, since the "carbon footprint" is continually increasing. The dimensions of Green Informatics contribution are: the reduction of energy consumption, the rise of environmental awareness, the effective communication for environmental issues and the environmental monitoring and surveillance systems, as a means to protect and restore natural ecosystems potential. EU has reinforced the environmental sector with focus on high level of protection and improvement of the quality of environment through the enacting of strategies, initiatives and measures. Future EU strategy aims to a low carbon European society by 2050 and to green/sustainable development, ICTs can play a key role in the environmental protection and sustainability, however, green behavior is still critical.

**1. Introduction**

In recent years, the role of ICT in the protection of the environment and combating climate change has received significant attention in different types of international forums. Increasing temperatures and sea level and frequent incidences of floods and storms constitute the evident impact of climate change, having also an effect on the balance of the ecosystems, water and food supply, public health, industry, agriculture and infrastructure. Combating climate change involves strategic objectives such as the improvement of energy efficiency, the increase the share of a country's energy use from renewable sources while ensuring the reliability of energy supplies, the secure the provision of reliable energy products and services and to promote green products, sustainable production. Nowadays, the energy market is undergoing deep reforms while new advanced energy technologies and continuous environmental issues appear and requirements arising from European and international cooperation as well as various intergovernmental agreements are factors shaping and harmonizing the institutional and legislative framework of the energy markets (YPEKA, 2012).

With growing concern concerning global climate change and unpredictability of energy markets, computing has begun to acknowledge green information and communication technologies (ICT), in which the environmental impact is taken into consideration in the design of new technologies and systems (Bronk et al., 2010).

Events and discussions on the topic of "Green informatics" and "Green ICT" are frequent and numerous and the interest in ICT's potential is not as much appreciated and often fails to get the attention it deserves to reflect solutions instead of problems (WWF, 2011). Green Informatics incorporate design techniques, construction techniques, the function and the information diffusion techniques and aim to the optimal environmental governance, in the interest of the natural environment and the natural resources regarding sustainability in combination to management of the energy requirements in a way that exploits the alternative energy sources. Web technology and broadband Internet along with web-based projects are emerging in a fast pace in useful devices everywhere in our society and a huge amount of information move across the WWW worldwide (Andreopoulou, 2009). Green Informatics are ICT tools, services and technologies in combination with green practices and green behaviour either for the ICT industrial sector or the ICT user/citizen

<sup>1</sup> Aristotle University of Thessaloniki,  
randreop@for.auth.gr



that contribute not only to the protection and restoration of the environment but also to the enhancement of the quality of human life. So, the notion of "Green Informatics" has rather become synonymous with eco-friendly techs and software tools such as Virtualization, Recycling and Telecommuting.

Nowadays, ICT has introduced the convergence of electronic services (e-services) - broadband network infrastructure - wireless technologies and mobile services. This confluence resulted in a combination of devices, products, tools, services and technologies with enhanced social network abilities that are greatly recognized 24/7, almost globally in all sectors of human life.

Broadband has been the gateway to the networked economy, since its potential to transform the daily processes in both work and life, opens a door to new business models and growth opportunities at a time when many countries are struggling to jumpstart their economies during global economic crisis (Broadband Commission, 2012). Services provided using broadband access on the Internet insure high and fix transmission rate for quality internet almost globally. Some of the most common web-based products of the suite of e-services are e-learning, e-working, e-banking, e-voting, e-government, e-commerce, e-shop, e-research, e-medicine and e-payment. In recent years, useful mobile broadband services (m-services) tailored to the needs of people have been built which combine elements of user-generated content with network-based enhancements. Transforming economic and social activities, the mobile technologies contribute to sustainable development through green banking, green commerce, green governance, green constructions, etc.

The revolution of ICTs introduction in daily average life has also resulted in the increase of green house effect, since the "carbon footprint" is continually increasing. Carbon footprint (CF) – also named Carbon profile – is the overall amount of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and other greenhouse gas (GHG) emissions (e.g. methane, laughing gas, etc) associated with a product, along its supply-chain and sometimes including from use and end-life recovery and disposal (European Commission, 2007). In this case, it refers to the energy needed and the pollution generated in ICT production processes and within the final use of ICTs (Figure 1). In 2007, Gartner released a study which showed that the total amount of CO<sub>2</sub> emissions from the ICT industry could amount to 2% of global carbon emissions. At the same time, ICT applications are acknowledged to be the tool for the global environmental protection strategy and they present a huge potential to improve performance across the economy and society, as it concerns the remaining 97-98% (OECD, 2009).

	2009	2015	2020
<b>Data Centers</b>	121.30	229.87	369.48
<b>PCs</b>	126.69	222.41	516.55
<b>Mobiles</b>	1.54	3.74	6.58
<b>Gaming Consoles</b>	11.23	26.04	40.22
<b>Carbon Conversion Number (CCN)</b>	1.3	1.265	1.23
<b>Total</b>	260.77	482.06	932.84

**Figure 1.** ICT sectors carbon footprint in megatonnes of CO<sub>2</sub>

Source: Bronk et.al., 2010

## 2. The Dimensions of Green Informatics Contribution

The dimensions of contribution of Green Informatics to the environment and environmental sustainability are:

- Reduction of energy consumption/carbon footprint while production and usage towards low carbon economy

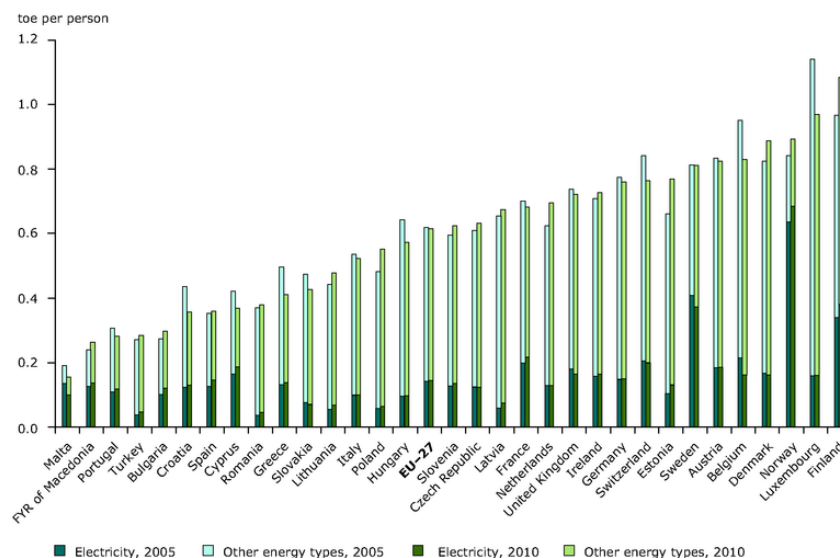
- Rise of environmental awareness with information diffusion, training and education
- Effective communication for environmental projects and networks
- Sustainable environmental governance.

## 2.1. Reduction of energy consumption and gas emission

Green Informatics can contribute through:

- Inventing innovative energy saver systems, technologies and "smart" devices, using "smart energy management"
- Applications for energy saver policies using renewable sources, solar energy and photovoltaic, wind energy, bio-fuel, bio-climatic technology, anti-pollutants technology, etc
- Recycling and reducing of e-waste such as old IT systems, chips, PC, hardware, printers, mobile phones, etc.

The 40% of the total energy consumption is due to households, therefore innovative "smart houses", green constructions of bio-climate material and green architecture making use of innovative energy sensor – IT systems can achieve to measure, manage and reduce electricity consumption and air-conditioning requirements. During the last decade, technical and industrial products manufacturers were essentially obliged to change direct, about their energy consumption, as a result of the economic crisis in addition to the increased environmental awareness of the public. The concern taken by the producer towards energy reduction covering every computing device, from the laptops and mobiles to the data centres, has been and will be presumably successful. Actually, consumers show their preference for smart devices, new, noticeably less energy-consuming technologies, renewable energy sources and updated, more efficient cooling systems with improved energy management software (INFOCOM, 2012). Qualifying products are rewarded with official certification for meeting or exceeding efficiency guidelines (Bronk et.al., 2010). The transition to a low-carbon society by 2050 includes the vision to live and work in low-energy and low-emission buildings, with intelligent heating and cooling systems. Cars and trains should be electric and hybrid and therefore our living-environment will be less polluted and cleaner. It is also important during global economic crisis that the sector of green construction and house energy improvement can lead to new job places. In Figure 2, it is presented the the average per capita final energy consumption of households in 2005 and 2010, divided into electricity consumption and other energy types (EU, 2012).



**Figure 2.** Average per capita final energy consumption of households in 2005 and 2010, divided into electricity consumption and other energy types (*Source: EEA*)

It's optimistic that many citizens have begun to accept the concept of human caused climate change, resource depletion, as well as the imperative nature of acting on this knowledge. This has led many to make personal lifestyle changes. The "living green" trend includes many aspects such as green constructions, green roofs, renewable energy use, energy saving at home, the extended use of

eco-friendly products, a recycling perspective, even using sustainability checklists, designed to help evaluate how sustainable a home is, as well as provide ideas for increasing home sustainability that include many no or low cost actions (World Green, 2012). Moreover, clever use of e- and m-services can be a tool for less energy consumption in everyday life and in work. In the case of paper use it is important that nowadays correspondence of files, studies, data, photos, maps, etc can be acquired in digital type using internet and smart devices. The production and distribution of new products and services through broadband tends to minimize the needed energy that is estimated through carbon footprint.

Teleconferences have a direct positive effect on environmental protection and GHG emissions reduction due to reduced transportation needs. More specifically, teleconferences can prevent the production of approximately 540.000tn CO<sub>2</sub> per year that would cause the air transportation of people. Teleconferences are viable alternative solutions that exploit broadband networks, especially for executive trips. Airplane trips have been estimated to contribute global pollution by 2%. Recently, during the week of volcano dust, 700 teleconferences rooms were created within a week to serve teleconferences between 124 countries.

Using Green Informatics tools and services through broadband / 3G Internet, there is a profit for the environment and for the citizen with the decrease of cost and time to access government divisions (24 hours/7 days services), with energy save (no transportation), with degradation of pollute emission (carbon footprint). Similarly, in the sector of e-commerce and e-business new innovative business solutions are in favour of either the entrepreneur or the final customer.

## **2.2. Rise of environmental awareness with information diffusion, training and education**

Rise of environmental awareness with information diffusion, training and education helps people to understand environmental issues and the current environmental policies that are practiced globally. Remote and isolated populations can be encouraged to learn and be environmentally aware through (wireless/mobile) internet, especially when it is difficult to satisfy through traditional channels (newspapers, TV, radio, magazines, etc).

There are thousands of special internet sites, blogs, forums, social network groups, internet polls, etc that share environmental information. These internet sources are local or international interests and so, they provide an open tribune for everyone to "speak" and participate.

The enhancement of people's skills and awareness can be achieved through learning. Some of the learning software packages are the presentations and educational games and generally the use of e-services such as e-class, e-learning, distance-learning, web-based learning, lifelong learning.

## **2.3. Communication of environmental networks**

The communication of environmental networks can be effective through innovative ICTs for environmental projects and networks in local, regional, national, cross-border and trans-national level. The success of environmental projects prerequisites the effective communication of stakeholders participants, secured through innovative Green Informatics tools and services. Green Informatics secures information flow for their viability and quick/safe communication. Environmental networks can survive including various scientific stakeholders:

- Environmental groups, societies, unions, clubs, etc
- Research Institutes
- Government Organizations / divisions / ministries
- Non-government Organizations (NGO)
- Local authorities
- Research groups.

## **2.4. Sustainable environmental governance**

Green ICTs have become the way to advance the public sector's performance in terms of information and service delivery, to encourage citizen participation in the decision-making process

and to make government more accountable, transparent and effective. ICTs are key elements supporting the growth of e-governance initiatives, strategies and projects. Governance constitutes a distinct policy regarding management issues and designates processes with special focus on decision making, while it indicates the total sum of given and anticipated mechanisms. Presently, the governance of natural ecosystems, forests, lakes, rivers, natural resources and agricultures has to face the increased diversity of connections between different environmental characteristics and decisions of local, regional, national, and supranational relevance, with high coordination and exchange between administrative entities and actors across the public/private and the expert/stakeholder divide (Andreopoulou et al., 2011).

### **3. ICT for Green and Sustainability**

Using e-mobile innovation we solve environmental problems and we ensure the sustainable environmental management with environmental data. "ICT for sustainable growth" is a specific process that focuses on greening with ICT (and also on greening of ICT). Six policy areas have been selected as priorities (Ernst and Young, 2011):

- a) Energy Efficiency of the ICT Sector (greening of ICT)
- b) Smart Sustainable Cities (greening with ICT)
- c) Energy Efficient Buildings (greening with ICT)
- d) Smart Grids (greening with ICT)
- e) Water Management (greening with ICT)
- f) Climate Change Management (greening with ICT).

Green Informatics supports the construction and improvement of natural environment and resources surveillance systems, as a means to protect and restore natural ecosystems potential (forests, lakes, rivers, wetlands, etc) and introduce prevention actions, such as observatories, innovative tele-detection for forest fires - river floods - land erosions - climate change, monitoring and alarm systems, improvement of infrastructure and communication equipment, GIS technology, etc.

For EU decisions/projects/tasks/measures/initiatives about agriculture, fishery, forestry, transportations, energy, commerce, development, etc there is always focus on and needed for innovative ICT tools. Forests and agricultural land are important to climate change mitigation because of the significance of their carbon stock and also for their exchange of greenhouse gases between the atmosphere and soils and vegetation that can go both ways. Over 120 million trees are harvested annually to supply US book and newspaper industries, emitting over 40 million metric tons of CO<sub>2</sub> per year (Green Press Initiative, 2008).

Although research attempts are carried out locally successfully, in Institutes and research centers, at often considerable cost, their use remain limited and local. Effective organization, access and management of all-available information in environmental databases constitute an important factor within decision-making process.

Environmental projects have to manage large interdisciplinary multivariable data sets that include a lot of variables from different sources and with different structure (meteorological, biological, economic, etc) and this has been successfully achieved through multidisciplinary environmental data management with databases.

Environmental monitoring is an extremely useful tool for a large proportion of people. Network technologies can integrate geospatial technologies aiming to sustain agricultural and environmental observation networks and mission-critical agricultural and environmental applications can be deployed. Sensor networks through wireless networks can help to collect from remote places time-series of environmental data. They are sent wirelessly/automatically to local databases in Institutes, Labs, etc and then data are analyzed for the study of sensitive environmental parameters. Data are analyzed with enhanced software and visual graphs are continuously produced for comparison. The analysis of data provides simulation models that simulate effectively the environmental reality. Models can provide future forecasts. Decision-makers can evaluate alternative future scenarios with decision support system (DSS). DSSs are Information Systems given certain parameters we can

provide wise management aiming to environmental sustainability. Decision support information systems may use:

- Environmental databases
- GIS
- ARIMA modeling (time-series analysis)
- Multi-variant analysis/multi-criteria analysis
- Fuzzy logic
- Expert systems, etc

to help local authorities/stakeholders to decide towards sustainable environmental management, wise use of natural resources and also protect from natural disasters.

Whereas world opinion, business, and Information Systems units acknowledge problem, the IS academic community seems largely ignorant of the challenge of sustainable development, with a few exceptions (e.g., Avital et al. 2007, Watson et al., 2010).

#### **4. European Union for the Environment**

Thus, it is not a recent effort, in European Union, the Eco-label (Flower label) has been established in 1992 by the Environment Directorate of the European Commission as part of its strategy to promote sustainable consumption and production (EC, 2006, EC, 2006a). The European Eco-label stipulates the environmental impact analysis of products or services throughout their complete life cycle, including raw material extraction, production, distribution and disposal (OECD, 2009). At the same time, the energy star is established as the US standard for electronic devices that are energy efficient.

Starting with Amsterdam Treaty (1997), EU has reinforced the environmental sector with focus on high level of protection and improvement of the quality of environment and the enacting of measures aiming to confront environmental problems. Today, the EU enhances projects and initiatives are to make Europe again a green continent and support sustainable European economy, which is climate-friendly and less energy-consuming by 2050.

Electric energy networks in EU have to be upgraded either to meet growing electricity demand and also to transport and balance electric energy generated from renewable sources, expected to more than double in the period 2007-2020, whilst, the realization the EU's 2020 energy efficiency and renewable energy targets will be achieved with more innovation and intelligence in the energy networks at both transmission and distribution level, in particular through information and communication technologies (EC, 2012).

Since the 90's, in EU emissions have decreased by 16%. If current green policies are fully implemented, the EU can achieve the first of 2020-targets of reducing emissions to 20% below 1990 levels. The second 2020-target is to raise the share of renewable energy resources in its total energy consumption 20%. However, the third 2020-target concerning improving energy efficiency by 20% is still in question. Presently, EU has set another long-term target of reducing emissions by 80 to 95% by 2050.

A roadmap has been designed for moving to a low-carbon economy in 2050 trying to keep global warming below 2°C. EU is targeted to Eco-innovation and green technologies since clean technologies are the future for Europe's economy. The sectors responsible for Europe's emissions-power generation, industry, transport, buildings and construction, intense agriculture, can turn to a low-carbon economy in the near future e-Innovations.

Sustainable Development stands for meeting the needs of present generations without jeopardizing the ability of futures generations to meet their own needs – in other words, a better quality of life for everyone, now and for generations to come. It offers a vision of progress that integrates immediate and longer-term objectives, local and global action, and regards social, economic and environmental issues as inseparable and interdependent components of human progress (European Commission, 2011). EU is present with legislation encouraging ICT involvement towards Sustainable Development (SD), also defined as green growth that encompasses the economic development, the social development-quality of life and the protection-improvement of the environment.



Some of the EU Biodiversity Strategy that aims to the environmental sustainability:

- Habitats Directive (ecosystems)
- Natura Network 2000 (protected areas)
- Wild Birds Directive (Biodiversity conservation, Sustainable tourism for economic and social profit).

Agriculture remains fundamental to economic development and environmental sustainability. In rural agricultural sustainability, it is important to have both expansion and innovation. New goods and services are demanded in rural areas regarding business opportunities and innovative ICTs and new technologies aiming to green development challenge, as a means to confront the economic crisis. Today, during the 4th Community Support Framework (EU), there are many programmes concerning agricultural funding and especially the innovative agricultural exploitations.

EU initiatives and measures support young farmers, which are the main drivers for most of the ICT projects in agriculture. Agricultural entrepreneurship can be modernized using:

- ICT infrastructure aiming to the automation of production, cultivation factors and inputs monitoring, e.g. precision technology etc
- Information and communication equipment for e-commerce and e-marketing, e.g. logistics, traceability systems
- Innovative e- and m- systems for water losses reduction.

## 5. Conclusions

Information and Communication Technologies can play a key role in the environmental protection, the environmental sustainability, the environmental education and the rural sustainable development. Green IT enhances the sustainability of computing through manufacturing lower impact materials and products, reduced energy consumption of data centers and computers, and better recycling and end of life management (Center for Sustainable Systems, 2011). Using Green Informatics tools, services and technologies can contribute to the Environmental and Rural Sustainability. Yet, Green Informatics cannot substitute people and their behaviour that still constitutes the most critical factor within environmental protection and sustainability.

## References

- Andreopoulou, Z. S. 2009. Adoption of Information and Communication Technologies in public forest service in Greece. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 10(4): 1194-1204.
- Andreopoulou, Z. S., B. Manos, N. Polman and D. Viaggi. 2011. *Agricultural and Environmental Informatics, Governance, and Management: Emerging Research Applications*. IGI Global. USA
- Avital, M., Lyytinen, K., King, J. L., Gordon, M. D., Granger- Happ, E., Mason, R. O., and Watson, R. T. 2007. Leveraging Information technology to Support Agents of world benefit. *Communications of the AIS* (19), 567-588.
- Broadband Commission. 2012. *The Broadband Bridge: Linking ICT with Climate Action for a Low-Carbon Economy*. Available at: <http://www.broadbandcommission.org/Documents/Climate/BD-bbcomm-climate.pdf> (18/9/2012).
- Bronk, C., Lingamneni, A., & Palem, K. (2010). *Innovation for sustainability in information and communication technologies (ICT)*. Internal report, Rice University, <http://www.rice.edu/nationalmedia/multimedia/2010-10-11-ictreport.pdf> (last accessed March 23, 2011).
- Center for Sustainable Systems. 2011. *Green IT*. University of Michigan. Available at: [http://css.snre.umich.edu/css\\_doc/CSS09-07.pdf](http://css.snre.umich.edu/css_doc/CSS09-07.pdf) (18/9/2012).
- Ernst and Young. 2011. *The Role of Green ICT in Enabling Smart Growth in Estonia*. Available at: [http://www.pamlin.net/new/wp-content/uploads/EY\\_MKM\\_Green\\_ICT\\_study\\_2011\\_FINAL-REPORT2.pdf](http://www.pamlin.net/new/wp-content/uploads/EY_MKM_Green_ICT_study_2011_FINAL-REPORT2.pdf) (18/9/2012).
- EC. 2006. *The European Eco-label for Personal Computers: The official EU mark for Greener Products*, available at: [ec.europa.eu/environment/ecolabel/product/pg\\_personalcomputers\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/product/pg_personalcomputers_en.htm).

- EC. 2006a. The European Eco-label for Portable Computers: The official EU mark for Greener Products, available at: [ec.europa.eu/environment/ecolabel/product/pg\\_portablecomputers\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/product/pg_portablecomputers_en.htm). EC. 2007. Carbon Footprint – What it is and how to measure it. European Platform on Life Cycle Assessment. Available at: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/pdf-directory/Carbon-footprint.pdf> (18/9/2012).
- EC. 2011. Sustainable Development. Available at: <http://ec.europa.eu/environment/eussd/> (18/9/2012).
- EC. 2012. Guidelines for trans-european energy infrastructure. Available at <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0658:FIN:EN:DOCEEA>. 2012. European Environment Agency. Available at: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/>
- Gartner. 2007. Gartner estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions. Available at: <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867> (18/9/2012).
- Green Press Initiative. 2008. Annual Report.
- INFOCOM 2012. Give green a chance. Conference Overview.4<sup>th</sup> Infocom Green ICT 2012 Conference. <http://infocomgreen.gr>.
- OECD 2009. Towards Green ICT Strategies: Assessing Policies and Programmes on ICT and the Environment. OECD Conference on “ICTs, the environment and climate change”, Helsingør, Denmark, 27-28 May 2009 [www.oecd.org/sti/ict/green-ict](http://www.oecd.org/sti/ict/green-ict).
- YPEKA 2012. Climate change.Ministry of Environment and climate change. [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
- World Green 2012. World Green. Leonardo Academy. Living. Available at : [www.worldgreen.org](http://www.worldgreen.org)
- WWF 2011. Outline for the First Global IT Strategy for CO2 Reductions. Available at: <http://wwf.panda.org/> (18/9/2012).
- Watson, R.T., Boudreau, M.-C., Chen, A. J., 2010. IS and Environmentally Sustainable Development IS Quarterly Vol. 34 No. 1/March 2010. <http://ade.se/skola/ht10/inf14/articles/seminar2/INFORMATION%20SYSTEMS%20AND%20ENVIRONMENTALLY.pdf>

# From Barcode to QR Code Applications

László Várallyai<sup>1</sup>

## INFO

Received 22 Nov 2012

Accepted 11 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

## Kulcsszavak:

barcode, QR code, gardening,  
smartphone, Zsohár  
Horticulture

## ABSTRACT

This paper shows the Zsohár Horticulture Company in Nagyrákos, how they want to change their barcode identification system to QR code. They cultivate herbaceous, perpetual decorative plants, rock-garden, flower-bed and swamp perennials, decorative grasses and spices. A part of the perennials are evergreens, but most of them has special organs - such as onions, thick-, bulbous roots, "winter-proof" buds - so they can survive winter. In the first part of the paper I introduce the different barcode standards, how can it be printed and how can it be read. In the second part of the paper I give details about the quick response code (QR code) and the two-dimensional (2D) barcode. Third part of this paper illustrates the QR code usability in agriculture focused on the gardening.

## 1. Introduction

This paper shows how Zsohár Horticulture Company in Nagyrákos wants to change their barcode identification system to QR code.

Zsohár horticulture cultivates herbaceous, perpetual decorative plants, rock-garden, flower-bed and swamp perennials, decorative grasses and spices. A part of the perennials are evergreens, but most of them has special organs - such as onions, thick-, bulbous roots, "winter-proof" buds - so they can survive winter (I1).

In general, those perennials that have flowers on them - except a few plants - bloom only in a short period of time that is why called them "season indicator" plants. Although they have a variety of leaves so they are beautiful part of the garden from spring till autumn. With careful selection a decorative, nice flower-bed can be created almost for the entire year.

It has been said: "they are the intelligent, lazy people's plants". Important to know a few things about them, but they do not need too much care, so they can be pretty for years. They grow their plants in special containers (rigid walled plastic ones) based on their size and growing parameters, therefore they can safely be planted in their final location in the entire year without any damage. They grow most perennials in 9x9 cm pots with underplate, the mid size ones go to 11x11 cm and diameter is 14 cm pots, the big plants go to 2 litre or 3-5 litres pots. The spice plants take their place in 10.5 cm diameter brown, round pots with underplate (I1).

They have a little webshop, where the customer orders different kind of plants. They need correct identification in transport and delivery of the plants (I1).

## 2. The barcodes

As far back as the 1960s, barcodes were used in industrial work environments. Some of the early implementations of barcodes included the ability identify rail road cars. In the early 1970s, common barcodes started to appear on grocery shelves. To automate the process of identifying grocery items, UPC barcodes were placed on products. Today, barcodes are used for identification in almost all types of business (Fig. 1).

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, varal@agr.unideb.hu





**Figure 1.** Type of barcode

If barcodes are used in the business process, the processing can be automated to increase productivity and reduce human error. Whenever there is a need to identify or track something accurately, barcodes should be used. In traditional working environment, workers are required to enter an enormous amount of data into a customer database system. Instead of manually typing the customer identification number into a database of information, contained in a barcode, a data entry maybe scanned easily. This increases the automation and reduces the human error.

The type of barcode to use for a particular situation depends upon:

- the actual application;
- the data encoded in the barcode;
- the printability of the barcode.

There are several different types of barcode standards for different purposes, which are called symbologies. Each type of symbology is a standard that defines the printed symbol and how a device - such as a barcode scanner - reads and decodes the printed symbol. When multiple parties or companies are involved in the ID process, industry standards are usually established. Note that the standard is not necessarily the same as the barcode symbology. If an industry standard has been established for the customer's use of barcodes, there will not be a choice in selecting the barcode symbology.

Barcode standards define how to use the barcode symbology in a particular situation. For example, ISBN is a standard for labelling books and periodicals that uses the EAN-13 symbology.

Some established barcode standards can be seen in Table 1.

**Table 1.** Barcode standards

Established standard	Common use	Symbology
AIAG	Automotive item identification	Data Matrix
EAN 8 EAN 13	Items for sale worldwide	UPC/EAN
MIL-STD-130L	US department of defence	Data Matrix
SSCC-18	Shipping cartons	Code 128

The best type of the used barcode depends on the environment, requirements, application, and printer. Regarding barcode fonts, there are two types:

- fonts that require encoding with use of a font tool (Code 128, UPC, Data Matrix, Code 93);
- fonts that do not require encoding. Self-checking fonts (Code 39, Codabar).

For fonts that require encoding such as Code 128, Data Matrix, UPC, and Code 93, a font tool must be used. A font tool is a product that is used to format data for a barcode font. This may include calculating start/stop characters, a check character, and in some cases prepare data so that it can be altered for the specified barcode symbology. It should be noted, if somebody is not a technical user or programmer, try to use self-checking barcode fonts such as Code 39 or Codabar. Self-checking fonts have checking code built-in, so there is no need to calculate check characters. Check characters are used in more dense symbologies, so the barcode scanner can verify it and reads the barcode correctly.

## 2.1. Products available for printing barcodes

Determining the best product to use for printing depends on the environment, requirements, application and printer. Several methods for printing barcodes are as follows:

- barcode Fonts,

- applications,
- components,
- hosted Services (Dynamic Barcode Generator Service or XML Barcode Webservice).

## 2.2. Reading barcodes

One of the most common tools for reading barcodes is the hand held barcode scanner (Fig 2.). All of the barcode scanners recommended and sold by IDAutomation have built-in decoders that can read several different bar code types. There are some low priced scanners available on the market, but they require complicated decoders. In the long run, after ordering and programming a decoder, more time will be spent using the decoder than if ordering a scanner with a built-in decoder.

Most of the scanners sold by IDAutomation receive their power from the PC keyboard or USB port so no external power supply is required. When a barcode is scanned, the data is sent to the PC as if it was typed using a keyboard. Not all scanners can scan barcodes that are printed at very small x dimensions (the x dimension is the width of the narrow bar in the code), so it is advisable to check the barcode scanner manual to make sure the scanner can read the small x dimension barcodes. Also, make sure the printer can accurately reproduce small x dimension barcodes. The IDAutomation Plug 'n Play Barcode Scanner will scan linear bar codes consistently. It scans linear bar codes that are up to 4.2" wide from near contact to about 10". Their speeds are 200 scans per second.

The barcode pen-scanner (Fig. 3.) is a simple product that reads, stores, and organizes barcodes (I2). It is excellent for keeping tabs on any barcode-based inventory, books, DVDs, and so on. It comes in a pen-like shape, with small scanner at its point. Once a barcode is scanned, it's kept within the device's 128MB built-in storage, which is apparently small, but actually stores up to a million items. Categories can be assigned for efficient management. It can be used with PC or Mac, where can be stored and synced each barcode to a proper item name and category.



**Figure 2.** Barcode scanner



**Figure 3.** Barcode pen-scanner

### 3. The QR codes

Quick response code (QR code) is a type of two-dimensional (2D) barcode that can be read using a QR barcode reader or camera enabled smartphone with QR reader software (Fig. 4.). A QR code is able to carry information in both the vertical and the horizontal direction, which is why it is called a 2D barcode. The QR Code is a registered trademark of Denso Wave Inc. in Japan and other countries (Lyne, 2009).

QR Codes are popular with mobile phone users as the barcode can be used to store addresses and URLs. With a camera-enabled smartphone, users can scan the QR Code which has been coded to do things like display text, provide contact data or even open a webpage in the browser on the smartphone. The QR Code specification outlines data types or services for this information. By using the standards it ensures QR Code software can correctly read the code.

QR Codes can be printed and displayed anywhere a mobile phone user might scan the code such as in a magazine or displayed at a cash register. It can be displayed also online (Waters, 2012).

There are a number of online services that will generate a QR Code based on the information is specified when mapping the QR code.



**Figure 4.** QR code sample

The QR code developed formerly only for industrial uses, but it become common in consumer advertising and packaging in recent years, because the popularity of smartphones "has put a barcode reader in everyone's pocket for the first time (Fig. 5.). As a result, the QR code has become a focus of advertising strategy, since it provides quick and effortless access to the brand's website (I3, I4). Beyond mere convenience to the consumer, the importance of this capability is that it increases the chance that contact with the advertisement will convert to a sale by coaxing qualified prospects further down the conversion funnel without any delay or effort, bringing the viewer to the advertiser's site immediately, where a longer and more targeted sales pitch may continue. Although initially used to track parts in vehicle manufacturing, QR Codes are now used over a much wider range of applications. These are the followings: included commercial tracking, entertainment and transport ticketing, product/loyalty marketing (Korhan, 2011) mobile couponing where a company's discounted and percent discount can be captured using a QR Code decoder which is a mobile application or storing a company's information such as address and related information alongside in-store product labelling. It can also be used in storing personal information for use by government (Philippines National Bureau of Investigation where clearances now come with a QR Code). Many of these applications target mobile-phone users. Users may receive text, add a vCard contact to their device, open a Uniform Resource Identifier (URI), or compose an e-mail or text message after scanning QR Codes (Sansweet, 2011). They can generate and print their own QR Codes for others to scan and use by visiting one of several pay or free QR Code-generating sites or apps. Google has a popular API (application programme interface) to generate QR Codes (I5), and apps for scanning QR codes can be found on nearly all smartphone devices (I6).



**Figure 5.** QR code reading with smartphone

QR Codes storing addresses and Uniform Resource Locators (URLs) may appear in magazines, on signs, on buses, on business cards, or on almost any object about which users might need information. Users with a camera phone equipped with the correct reader application can scan the image of the QR code to display text, contact information, connect to a wireless network, or open a web page in the telephone's browser. This act of linking from physical world objects is termed hardlinking or object hyperlinking. QR Codes may also be linked to a location to track where a code has been scanned. Either the application that scans the QR Code retrieves the geoinformation by using GPS or the URL encoded in the QR Code itself is associated with a location (17).

### 3.1. QR code storage

The amount of data that can be stored in the QR Code symbol depends on the data type, version and error correction level. The maximum storage capacities occur for 40-L symbols (version 40, error correction level L), are as follows:

- numeric only max 7089 characters (0-9),
- alphanumeric max. 4296 characters (0–9, A–Z [upper-case only], space, \$, %, \*, +, -, ., /, :),
- binary/byte max. 2953 characters (8-bit bytes) (23624 bits),
- Kanji/Kana max. 1817 characters.

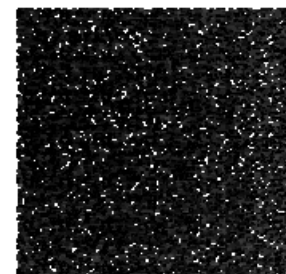
Some examples of QR codes to show the stored character numbers:



33x33  
max. 50 character



57x57  
max. 174 character



177x177  
max. 1817 character

**Figure 6.** Some examples of QR codes

### 3.2. Encryption and error correction

Encrypted QR Codes, which are not very common, have a few implementations. An Android application (18), for example, manages encryption and decryption of QR codes using the DES algorithm (56 bits) (19). Japanese immigration office uses encrypted QR Codes when placing visas in passports

Codewords are 8 bits long and use the Reed–Solomon error correction algorithm with four error correction levels. The higher is the error correction level, the less storage capacity. The following table lists the approximate error correction capability at each of the four levels (I10):

**Table 2.** Error correction levels at QR codes

Level L (Low)	7% of codewords can be restored
Level M (Medium)	15% of codewords can be restored
Level Q (Quartile)	25% of codewords can be restored
Level H (High)	30% of codewords can be restored

Due to the design of Reed–Solomon codes and the use of 8-bit codewords, an individual code block cannot be more than 255 codewords in length. Since the larger QR symbols are contain more data, it is necessary to break the message up into multiple blocks. The QR specification does not use the largest possible block size instead; it defines the block sizes so less than 30 error-correction symbols appear in each block. This means that at most 15 errors per block can be corrected, which limits the complexity of certain steps in the decoding algorithm. The code blocks are then interleaved together, making it less likely that localized damage to a QR symbol will overwhelm the capacity of any single block.

Using this type of error correction makes possible to create artistic QR Codes that still scan correctly, but contain intentional errors to make them more readable or attractive to the human eye, as well as to incorporate colors, logos and other features into the QR Code block (I11, I12).

#### 4. The QR code usage in agriculture and gardening

Many fields in the agriculture are covered by QR codes (Hansen, 2012) as it can be seen in Fig. 8. The main goal in most cases is the traceability or monitoring of the system. In this case the most important point of view is the horticulture. Accordingly, I will introduce some application possibilities of QR codes in gardening area.

For advanced gardeners, things like growing hybrids and/or a special genus of plants can be remarkable and also educational process. It is becoming a more common site to go to botanical gardens and find a QR Code identifying the plant you are admiring. These QR Codes bring instant enlightenment to the curious onlookers.

So many wonders come from the soil, but they could also be growing something that has potential dangers to it, as well. Some plants are poisonous and adding a QR Code that explains the potential hazards of dangerous plants, people can educate themselves on the proper identification, use, and handling of these plants.

By adding a QR Code near price tags, it can give potential customers recipes, preparation tips and allergy information, instantly. By describing allergy symptoms and advices what to do if it occurs to customers the peace of mind of knowing that they are safe.

The QR codes has to print on virtually indestructible, waterproof paper in the garden that provide in-depth plant information directly to iPhones, Blackberrys, Androids and other smartphones. Embedded in the QR code has to be the common name of the plant, the Latin name and pronunciation, zone information, size dimensions, bloom time, sun and soil preferences and direct links to Wikipedia articles and images of the plant.

The QR codes in the agriculture could serve a number of purposes. One of the most common uses for QR codes is to direct the user to a website. What types of websites might we consider? We can think about the potential to lead the user to a mobile-ready site to sign up for a newsletter, email list, or loyalty program. Maybe we want to send them to a discount coupon or a product description. Almost any web-based content (videos, images, Facebook, or Twitter pages, etc.) can be conveyed on a mobile device, so the possibilities are tremendous. We have to think strategically about how we want to use your QR codes (Branden, 2011).

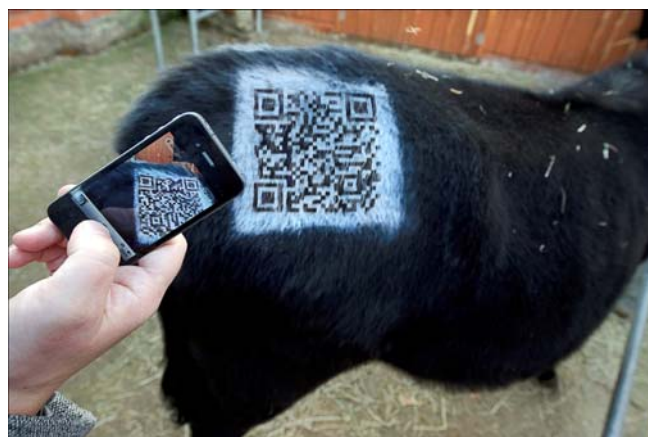


Farmers' market vendors have other options. QR codes could be used to lead visitors to the vendor's website where they can find information about the farm's location, a list of products grown or available at a particular time, or days/ times and location of other markets in which the farmer participates.

Depending on our objective, QR codes might be placed on brochures and other marketing materials, trucks/trailers, product packaging, or signs. To decide where to place them, we need to understand how our customers behave (Weir, 2010). Place the QR codes where our customers (or potential customers) are. Keep in mind, though, that not all consumers use mobile devices, so QR codes should be used to supplement other promotional tools, not replace them. We may find, though, that some users have a mobile device but simply do not know how to use it to scan QR codes. It's possible that their device came with a scanning application installed.



**Figure 7.** Gardening QR code in gardening



**Figure 8.** Some applications of QR codes in agriculture  
Sources: (I13, I14, I15, I16)

## Conclusion

This paper gives information about Zsohár Horticulture Company in Nagyrákos how they want to change their barcode identification system to QR code one. The goal of this horticulture to realize a similar QR code system as can be seen in Fig. 7. The contents, which can be seen on the QR code are the followings: common name of the plant, the Latin name and pronunciation, zone information, size dimensions, bloom time, sun and soil preferences. Later they can put pictures about the flowers on it and so on. Using this new technology the partners can be monitored and traced the appropriate and bought flowers during and after the transportation.

The QR codes in this horticulture could serve more purposes. One of them use the QR codes to direct the user to a website, where is a functional webshop. They can lead the user to a mobile-ready site, to sign up for a newsletter, email list, or other programmes (loyalty programme). The other possibilities through this connection can send discount coupon or a product description to the customers. Almost any web-based content (videos, images, Facebook, or Twitter pages) can be conveyed on a mobile device, so the customer's possibilities are tremendous.

From the market vendors point of view have more options, how they lead visitors to the vendor's website where they can find information about the horticulture's location, a list of products grown or available at a particular time, or days/ times and location of other markets in which the gardener participates.

## References

- Branden, C. 2011. QR Codes, The Ultimate Guide Book, Published by QReactive Studios.
- Hansen, J. P. 2012. Using QR codes for context specific support around the farm. AFITA/WCCA 2012 Taipei/Taiwan 3-6 of September, pp.1-5.
- Koran, J. 2011. 5 Steps to a Successful QR Code Marketing Campaign. Social Media Examiner [Online]. Available at <http://www.socialmediaexaminer.com/5-stepsto-a-successful-qr-code-marketingcampaign/>. Accessed 11/8/11.
- Korhan, J. 2011. How QR Codes Can Grow Your Business. Social Media Examiner [Online]. Available at <http://www.socialmediaexaminer.com/howqr-codes-can-grow-your-business/>. Accessed 11/8/11.
- Lyne, M. 2009. What is A QR Code And Why Do You Need One? Search Engine Land [Online]. Available at <http://searchengineland.com/whatis-a-qr-code-and-why-do-you-needone-27588>. Accessed 11/8/11.
- Sansweet, J. 2011. Introducing the QR code. The reality & the magic, Published by ProofreadNZ Ltd., Auckland, New Zealand
- Waters, J. 2012. QR Codes for Dummies – Portable Edition, Published by John Wiley and Sons Inc. , Hoboken, New Jersey.
- Weir, M. 2010. Mobile marketing for the small business owner, Published by CreateSpace Independent Publishing Platform.
- I1: <http://www.zsohar.hu/start.asp?KatalogusID=1&KatalogusID2=0&Ny=A>
- I2: <http://www.techfresh.net/keep-tabs-on-your-items-with-barcodes-scanner>
- I3: <http://www.mobilemarketer.com/cms/news/software-technology/11930.html>
- I4: <http://blogs.vancouversun.com/2012/01/04/tescos-cool-qr-code-advertising-campaign/>
- I5: <http://code.google.com/apis/chart/infographics/>
- I6: <http://www.708media.com/qrcode/qr-code-readers-iphone-android-blackberry-windows-phone-7/>
- I7: <http://qrd.by>
- I8: <https://play.google.com/store/apps/details?id=la.droid.qr>
- I9: <http://qrdroid.com/encrypted-qr-codes-share-secret-messages.html>
- I10: <http://www.tec-it.com/de/support/knowledge/symbologies/qrcode/Default.aspx>
- I11: <http://blog.360i.com/emerging-media/creative-qr-codes>

I12: <http://mashable.com/2011/04/18/qr-code-design-tips/>

I13: [http://www.freshplaza.it/images/2012/0705/Cuoredolce\\_QR01.JPG](http://www.freshplaza.it/images/2012/0705/Cuoredolce_QR01.JPG)

I14: <http://www.blog-agri.com/ticagri/wp-content/FS-Green-Plan-Solutions-pomy-QR.jpg>

I15: [http://thefonecast.com/portals/1/blog11/t-mobile\\_qr\\_code\\_cow.jpg](http://thefonecast.com/portals/1/blog11/t-mobile_qr_code_cow.jpg)

I16: <http://4.bp.blogspot.com/-PHYDObQhhkE/TefSq-iEuoI/AAAAAAAAAC9M/cvUdGuE-QFs/s1600/2011-05-27+15.43.17.jpg>



# Labelling and Safety of Foodstuff, Local Products, Governmental Measures, Conscious Consumerism – What Next?

Tünde Riskó Csapóné<sup>1</sup>

## INFO

Received 17 Nov 2012

Accepted 13 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

## Kulcsszavak:

labels, trademarks, Hungarian products, conscious consumption

## ABSTRACT

The rapid pace of change in science and technology, changes in legislation and the current socio-economic and socio-demographic realities have all had a marked impact on the food we buy today. The intensification of farming, such as the use of pesticides, and the industrialisation of food production, using additives and preservatives improve taste, appearance and shelf-life, for example, can be the causes for concern, among many consumers. Globalisation is another driver of change; we have more products to choose from, brought to us from all corners of the world. As a result, food can now be sourced anywhere, sometimes subject to different food quality standards. In the present study legal regulation of food labelling in EU, operation of the RASFF system, currently applied 'Hungarian product' trademarks and markings and the relating new Hungarian Product Regulation, the planned measures of the Hungarian Government concerning the VAT of some basic foodstuff are introduced briefly. All these are complemented with consumer behaviour surveys to see how all these considered, accepted, evaluated by consumers.

## 1. Introduction

Globalization and its effects can be found almost everywhere. Besides economic globalization, we have to mention environmental, political, cultural and technological globalization, as well. Among the effects of globalization the improvement of international trade, the technological progress, the increasing influence of multinational companies, the strengthening power and influence of international institutions such as the World Trade Organization, International Monetary Fund, and World Bank, greater mobility of human resources across countries, greater outsourcing of business processes to other countries have to be pointed out. The definition of OECD says: The term globalisation is generally used to describe an increasing internationalisation of markets for goods and services, the means of production, financial systems, competition, corporations, technology and industries. Amongst other things this gives rise to increased mobility of capital, faster propagation of technological innovations and an increasing interdependency and uniformity of national markets (11).

As one of the results we can buy even such products that have been produced somewhere on the other side of the world. It is not always clear for the consumers where, how and by whom the product has been produced. For conscious consumers the information provided on the packaging of the product, labels, trademarks can help a lot when making their purchasing decision. Of course there are several other ways to collect the necessary information. For these consumers the origin of the product, the production process, the ingredients, the environmental and social impacts of the production, as well as ethical concerns are really important questions.

In our survey we wanted to investigate the opinion, beliefs and everyday practice of Hungarian higher education students in connection with conscious consumption with special emphasis to food consumption. Results and findings are continuously compared to the results and findings of other surveys both in Hungary and abroad. The survey has been placed in a context including the EU's legal regulation on labeling of foodstuff, introduction of the current local product trademarks in Hungary and the planned measures of the Hungarian Government on reducing the ratio of VAT of some basic foodstuff.

<sup>1</sup> Csapóné Riskó Tünde

University of Debrecen, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138, Hungary  
csapone@agr.unideb.hu

## 2. EU legislation concerning labelling of foodstuff

The rapid pace of change in science and technology, changes in legislation and the current socio-economic and socio-demographic realities have all had a marked impact on the food we buy today. The intensification of farming, such as the use of pesticides, and the industrialisation of food production, using additives and preservatives improve taste, appearance and shelf-life, for example, can be the causes for concern, among many consumers. Globalisation is another driver of change; we have more products to choose from, brought to us from all corners of the world. As a result, food can now be sourced anywhere, sometimes subject to different food quality standards. As a result, food safety knows no boundaries (I2).

The Directive 2000/13/EC applies to pre-packaged foodstuffs to be delivered to the final consumer or to restaurants, hospitals, canteens and other similar mass caterers. It does not apply to products intended for export outside the European Union. The labelling, presentation and advertising of foodstuffs must not: (1) mislead the consumer as to the foodstuff's characteristics or effects; (2) attribute to a foodstuff (except for natural mineral waters and foodstuffs intended for special diets, which are covered by specific Community provisions) properties for the prevention, treatment or cure of a human illness.

The labelling of foodstuffs must include compulsory information. The particulars indicated on products must be easy to understand, visible, legible and indelible. Some of them must appear in the same field of vision. The compulsory particulars include: (1) Name under which the product is sold; (2) List of ingredients, which are listed in descending order of weight and designated by their specific name; (3) Quantity of ingredients or categories of ingredients expressed as a percentage; (4) Net quantity expressed in units of volume in the case of liquids and units of mass in the case of other products; (5) Date of minimum durability; (6) Any special storage conditions or conditions of use; (7) The name or business name and address of the manufacturer or packager, or of a seller established within the Community; (8) The place of origin or provenance where failure to give such particulars might mislead the consumer; (9) Instructions for use should be included to enable appropriate use of the foodstuff; (10) Indication of the acquired alcoholic strength of beverages containing more than 1.2 % by volume of alcohol.

The European provisions applicable to specific foodstuffs may authorise making particulars such as the list of ingredients and date of minimum durability optional. These provisions may provide for other compulsory particulars, provided this does not result in the purchaser being inadequately informed. Special provisions apply to: (1) reusable glass bottles and small packaging items or containers; (2) pre-packaged foodstuffs; (3) foodstuffs offered for sale without pre-packaging and foodstuffs packaged on the sales premises at the consumer's request (I3).

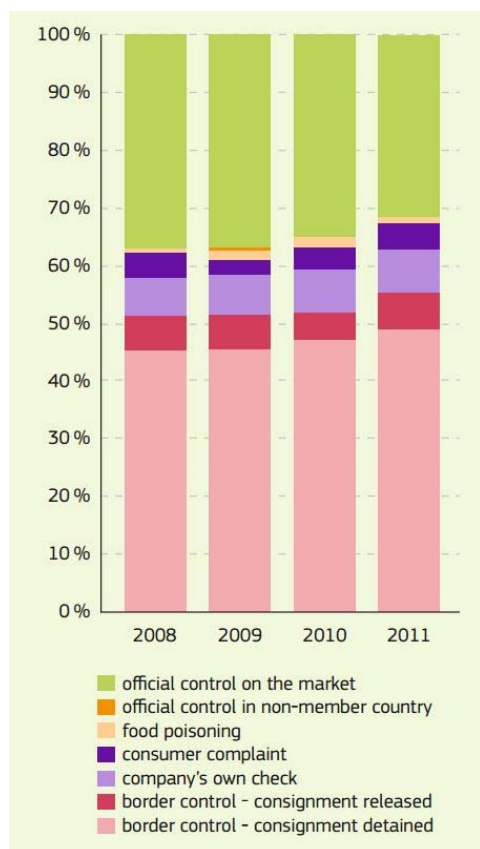
There are some amending acts to the Directive detailed above, such as

- Directive 2001/101/EC regulating the definition of meat for labelling purpose, where meat is used as an ingredient in foodstuffs (I4).
- Commission Directive 2002/67/EC of 18 July 2002 on the labelling of foodstuffs containing quinine, and of foodstuffs containing caffeine (I5)
- Directive 2003/89/EC of the European Parliament and of the Council of 10 November 2003 amending Directive 2000/13/EC as regards indication of the ingredients present in foodstuffs (I6)
- Council Directive 2006/107/EC of 20 November 2006 adapting Directive 89/108/EEC relating to quick-frozen foodstuffs for human consumption and Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council relating to the labelling, presentation and advertising of foodstuffs, by reason of the accession of Bulgaria and Romania (I7)
- Commission Directive 2006/142/EC of 22 December 2006 amending Annex IIIa of Directive 2000/13/EC of the European Parliament and of the Council listing the ingredients which must under all circumstances appear on the labelling of foodstuffs (I8)

The new EU Regulation 1169/2011 on the provision of food information to consumers considerably changes existing legislation on food labelling including: (1) Nutrition information on processed foods; (2) Origin labelling of fresh meat from pigs, sheep, goats and poultry; (3) Highlighting allergens e.g. peanuts or milk in the list of ingredients; (4) Better legibility i.e. minimum size of text; (5) Requirements on information on allergens also cover non pre-packed foods including those sold in restaurants and cafés. The new rules will apply from 13 December 2014. The obligation to provide nutrition information will apply from 13 December 2016 (I9).

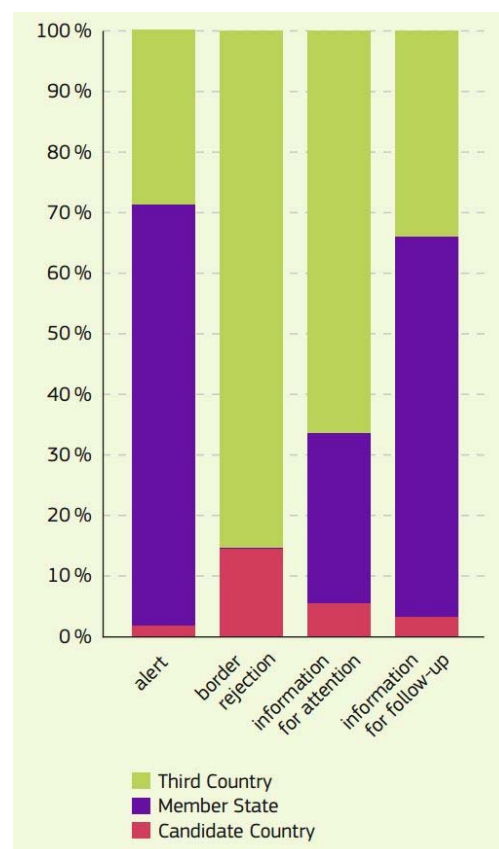
### 3. The Rapid Alert System for Food and Feed

The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) is a quick and effective tool for the exchange of information between competent authorities when risks to human health are detected in the food and feed chain and measures - such as withholding, recalling, seizure or rejection of the products concerned - are taken. This quick exchange of information allows all members of the network to verify immediately whether they are also affected by the problem. Whenever the product is already on the market and should not be consumed, the authorities are then in a position to take all urgent measures, including giving direct information to the public, if necessary. The RASFF network involves the EU Member States, the EEA countries -Norway, Liechtenstein and Iceland-, the EFTA Secretariat coordinating the input from the EEA countries, the European Food Safety Authority (EFSA) and the European Commission as the manager of the system. Since 1 January 2009, Switzerland is a partial member of the system -as far as border rejections of products of animal origin are concerned- after it concluded a veterinary agreement with the EU. The quick exchange of information about food and feed-related risks ensures coherent and simultaneous actions by all RASFF members. This is a major contribution to consumer safety and a concrete and visible result of European integration. Figure 1 shows the notification basis between 2008-2011.



**Figure 1.** Notification basis 2008-2011

Source: I10



**Figure 2.** 2011 notifications by country type (origin)

Source: I10

**Table 1.** 2011 top 10 number of notifications: Number of notifications counted for each combination of hazard/product category/country (by origin)

	<b>hazard</b>	<b>product category</b>	<b>origin</b>	<b>notifications</b>
1	aflatoxins	feed materials	India	80
2	aflatoxins	fruits and vegetables	Turkey	75
3	aflatoxins	nuts, nut products and seeds	China	60
4	Salmonella spp.	fruits and vegetables	Bangladesh	54
5	aflatoxins	nuts, nut products and seeds	Turkey	53
6	migration of chromium	food contact materials	China	48
7	migration of formaldehyde	food contact materials	China	45
8	living and dead mites	nuts, nut products and seeds	Ukraine	43
9	aflatoxins	herbs and spices	India	40
10	aflatoxins	nuts, nut products and seeds	Iran	39

Source: I10

In 2011, a total of 3 812 original notifications were transmitted through the RASFF, of which 635 were classified as alert, 573 as information for follow-up, 744 as information for attention and 1 860 as border rejection notification. These original notifications gave rise to 5 345 follow-up notifications, representing on average about 1.4 follow-ups per original notification. These figures represent a 13.5% increase in original notifications and less importantly, a 2.3% increase in follow-up notifications; resulting in an overall increase of 6.7%. Figure 2 shows the notifications by country type in 2011. The high ratio of border rejection shows that the EU is quite effectively protected against hazardous food and feed. Table 1 shows the top 10 notifications in 2011. It is also comforting to know that the top 10 hazardous products did not originate from an EU country (I10).

#### 4. Hungarian products, trademarks

A survey has been commissioned for the New Hungary Development Programme, according to which 80 percent of those asked check the origin of a product on the packaging and three quarters of them consciously pay attention to buying Hungarian products. Participants primarily consider those products to be Hungarian which are made from domestic base material and those which bear a marking. In comparison with previous year 40 percent more people made efforts to buy Hungarian products (Czauner, 2011/b).









It can be read and heard everywhere nowadays in Hungary that preferring Hungarian products is extremely important for the domestic economy including job retention and job creation, as well. Trademarks ensuring the Hungarian origin of products could be useful for conscious consumers. The question is: can we believe these trademarks? Consumers' number one source for product information is the packaging. In recent years several Hungarian product lobby organisations were formed who established their own markings, but provide little data on their websites about the criteria of their usage. Not even the Quality Food from Hungary marking requires the usage of Hungarian base material or domestic production facilities (Czauner, 2011/b). Table 1 shows some of such trademarks used currently in Hungary.

Szakály also emphasises that there are too many markings referring to quality and origin, and trademarks in the national food market. In addition to this, the criteria are different and can be confusing for consumers (Szakály, 2011).

The trade stands united in supporting the Hungarian product regulation. Presently conditions are chaotic and after last year's parliamentary elections supposed expectations made many manufacturers 'go national colours crazy'. Consumers must understand that by buying Hungarian they contribute to the wealthy of the country; without a competitive domestic food industry no regulation can achieve its goals; we need an agricultural sector that is capable and willing to cooperate and innovate in the long run; we need an independent Hungarian agricultural strategy that sets priorities and diversifies the sector (Czauner, 2011/b).

In order to solve this problem around the "Hungarian Product" trademarks and facilitate conscious consumer decisions a "Hungarian product" regulation has been worked out. In future, the terms "Hungarian Product", "Domestic Product" and "Domestically Processed Product" may be included on the labels of foods on a voluntary basis in Hungary. The use of these categories will not be compulsory, but anyone who includes the term Hungarian Product on his goods must conform to regulations.

**Table 2. Hungarian product trademarks**

Logo								
Trade mark owner	Agrár-marketing Centrum	Association of 5 organisations	Baromfi Termék Tanács	Prémium Hungaricum Association	Magyar Termék Non-profit Ltd.	Agrár-marketing Centrum	Baromfi Termék Tanács	Alföldi Tej Ltd.
Year of issue	1998	1998	2002	2004	2006	2009	2010	2010
Method of classification and award	application, independent jury	application, professional jury, experts invited by the announcers	own trade-mark rules	application, classified by an expert committee	application, independent quality control committee	application, general requirements of the sector and rules of the trademark	professional control board and rules of the trademark	Trademark Law
Method and frequency of control	twice a year, reapplication in every third year	yearly by KERMI and NFH	on the basis of quality control systems continuously	control randomly	once a year, reapplication in every third year	appointed experts at least once in a year	regularly (at least once in a year) and occasional control	during production continuously, daily
Trademark users	429 products of 86 companies	208 applications, products over 2000	23 companies	61 products of 17 association members	40 product family, products over 250	15 product type of 8 companies	9 companies (altogether 300 million egg production)	own trademark
What does it mean by Hungarian product?	distributed only on the Hungarian market	produced in Hungary, more than half of the product value should be produced at home	poultry kept and processed in Hungary, fed by fodder prepared in Hungarian fodder mixing plant	geographically determined, produced on the basis of Hungarian traditions, reflects Hungarian spirit	produced by a company registered in Hungary, final form of the product in Hungary, first place of distribution is Hungary.	At least half of the parents are Hungarian breeds, processed in Hungary, fodder maize should originate in more than 30% from Hungarian production	produced by an animal hatched in Hungary, kept in a Hungarian plant, that lays in a Hungarian plant, fed by home mixed fodder	Hungarian row material, Hungarian producer, company owned by Hungarians, Hungarian employees

Source: Gippert, B. – Veszélka, A., 2010



The 'Hungarian Product' classification, or any other statement that claims the food is of Hungarian origin, may only be included on goods if it has been produced in Hungary using Hungarian ingredients. As such, plant-based foods must have been cultivated in Hungary, plants that grow in the wild must have been collected, treated and packaged in Hungary. Animals used in animal-based products must have been born here and reared and processed within the country's borders; fish must have been caught in domestic waters and wild game need to have been hunted in Hungary.

The term 'Domestic Product' may be used on foods if at least 50 percent of its ingredients are Hungarian and every single step of processing has been performed in Hungary.

The third category is 'Domestically Processed Products' and includes foods that are processed in Hungary but whose ingredients primarily originate from imports (111).

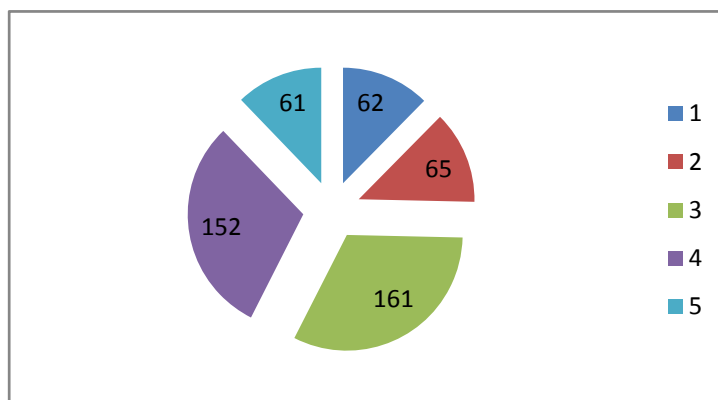
## 5. Survey on conscious consumption among Hungarian higher education students

### 5.1. Material and applied methods

Higher education students in three towns (Budapest, Gödöllő and Debrecen) were asked to fill in a questionnaire in April-May 2010. Altogether 504 filled in questionnaires were suitable to be processed and evaluated. SPSS was applied for using different statistical methods. As regards the level of education of the respondents: 244 was enrolled at a BSc/BA programme, 231 at a Postsecondary programme and 25 at a Master programme. As regards the place of current studies of the respondents: 344 studied in Budapest, 120 in Debrecen and 34 in Gödöllő.

### 5.2. Conscious consumerism in general

Respondents to the survey were asked to evaluate how conscious they considered themselves as consumers. As Figure 3. shows, most of the respondents evaluated themselves as average conscious consumers ('3' and '4' values).

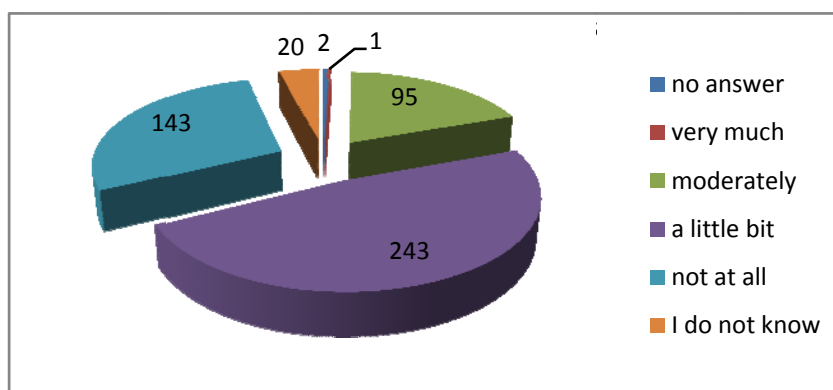


**Figure 3.** Responses to "How conscious consumer are you?" (5=very much, 1=not at all)

(Source: own research, 2010)

We would like to point out the two extreme locations: Budapest, where the highest ratio of 'not at all=1' and lowest ratio of 'very much=5' can be found with 19,9% and 11,2% respectively. The other extreme is the 'county centre' category, where the lowest ratio of 'not at all=1' and highest ratio of 'very much=5' can be found with 7,9% and 13,9% respectively. However we also have to point out that the relative standard deviation was 37,5, so the sample is quite heterogeneous and the average (3,16) does not represent the sample correctly.

Respondents were asked to evaluate Hungarian consumers as conscious consumers. Figure 4. shows the opinion of the respondents. Responses were a little bit surprising. Although respondents considered themselves as good (4) or fair (3) conscious consumers, they have worse opinion as regards Hungarian consumers. 243 out of 504 believe that Hungarian consumers are only a little bit conscious, and 143 of them thinks that Hungarian consumers are not conscious at all.



**Figure 4.** Responses to “How conscious consumers are the Hungarians?”

(Source: own research, 2010)

### 5.3. Conscious food consumption

TÁRKI prepared an analysis to analyse certain aspects of consumer behaviour in the EU, by using data from the 2005 Special Eurobarometer survey on food safety. They report that the most influential factors in the choices of European consumers are quality and price. The elements were chosen by around 40% or more of the respondents. For about a fifth of the consumers, the appearance of the food is important. This is followed by taste, healthiness and family preferences. All the other elements were mentioned by less than 10% of respondents. The pattern of importance for the old member states is almost identical to that for the EU25 as a whole, whereas there are certain discrepancies in the pattern of the newcomers. The element that was most frequently chosen by respondents from the new member states was price (46%). Quality was picked by only 34% (roughly the same as appearance). Taste was chosen by a fifth of the respondents, and 12% mentioned healthiness as a decision factor (Gáti, 2009).

A survey was carried out in three towns of the Transdanubian region of Hungary among primary and secondary school pupils on their nutrition habits. In four groups out of the six focus groups ‘shelf life’ was the most important factor when choosing a food. On the second place we can find ‘healthiness’ three times, and ‘quality’, ‘shelf life’ and ‘taste’. On the third place we can find six different factors: ‘ingredients’, ‘taste’, ‘fat content’, ‘appearance’, ‘vitamin content’ and ‘quality’. The underlined factors were chosen by the secondary school pupils (Fülöp et al., 2009).

A survey was carried out by the University of Kaposvár for the request of AMC (Agrarian Marketing Centre) regarding Hungaricum products. They report that consumers would like to support domestic food production by preferring these products. Almost 80 percent of the respondents would favour traditional Hungarian food products with trademarks. It can also be encouraging that more than half of the respondents (54,8%) would be willing to pay more for traditional Hungarian food. Most of the respondents would accept 10% as extra charge; among them for mineral water and bakery products they would be willing to pay 10% more; while for wine, spirits and Hungarian salamis they would be willing to pay even more (112).

In May 2009 there was a survey among BA students in Budapest, Hungary. They wanted find out the importance of information, labels available on the packaging of food in consumer decisions. ‘Shelf life’ was the most important (85,2%), it was followed by ‘healthiness’ (82,48%) and ‘high vitamin and mineral content’ (81,73%). From the other side of the list we can point out ‘organic/bio’ (41,15%), ‘Fair trade’ (40,87%), ‘nutritional content’ 30,99% and ‘calorie table’ 21,6%, it was the least important factor when choosing a food (Dörnyei, 2010).

There was a survey in Hungary on consumer preferences regarding the labelling of foodstuff. They investigated what kind of information was searched by consumers on the packaging. The most important information for most of the respondents was price; it was followed by shelf life and name of the product. It is promising that origin is going to be more and more important, but at the same time the ratio of consumers searching for markings and trademarks is low (35%). Markings and trademarks are important for 5 consumers out of 10, which is a good tendency in comparison with the low interest.

After all these it was expected that at least the same ratio of consumers would consider trademarks as authentic. The results were contradictory, only 23% of the Hungarian consumers believe markings, trademarks; the ratio is 87% in Austria. Only a small ratio of consumers would be willing to pay more for products with markings, trademarks. 31,7% of the respondents would be willing to pay more for “Hungarian Products”, 28,2% for the “Quality Hungarian Foodstuff” and 24,3% for the Certified Hungarian Poultry” (Szakály, 2011).

A recent market survey by GfK Hungária and Ipsos Zrt. indicates that consumers’ main expectation from products is to be fresh and of good quality, price only comes second since 2003. The Hungarian origin of products is important for 68 percent of shoppers – the same proportion was 52 percent in 2005 (Czauner, 2011/a).

Conscious consumers gather information on the ingredients and characteristics of food products, for instance by reading nutritional information on products’ packaging or on the label. According to a 55-country survey by Nielsen, 61% of Hungarians only partially (48% was the European average) understand nutritional information indicated on food products (Trade Magazin, 2011. June-July).

Hungarians’ main motives for buying food are very different from the European average. Most Hungarians improvise and go shopping when they have run out of something. On the contrary, the majority of consumers in 28 European countries (from the 55 surveyed by Nielsen in the first half of 2011) plan their shopping trips in advance and their goal is to replenish their food stocks. 39 percent of Hungarians said in the survey that they are mainly instigated to go shopping if they have run out of something; 24 percent said they go shopping if one or more important items have become necessary to have in the household. A major factor in this type of consumer behaviour is that many stores are open long hours, even at weekends (Trade Magazin, 2011. Aug-Sept/a ).

The survey of Nielsen mentioned above revealed that 47 percent of Hungarian consumers are influenced in their food buying decisions by the price-value ratio of a product. 43 percent cited consumer price itself as the most important factor, while the next crucial element (28%) was if somebody already knew or used the product. Trusting the product came in at 22 percent, followed by promotions or price reductions at 20 percent (Trade Magazin, 2011. Aug-Sept/b).

Our respondents were asked to evaluate on a scale of 1-5 how important the listed criteria (price, origin, ingredients, shelf life, producer) are for them when buying a food product. The average results show that price is the most important criteria (4,29), the second one is shelf life (4,11), the third one is ingredients (3,94). The origin and the producer are the least important factors for the respondents with 3,31 and 3,12 averages respectively. Our results cannot be compared to the above cited survey results mainly because of the diverse studied/offered criteria. Price sensitiveness of our respondents and new EU member states that was supported by the TÁRKI report is a common characteristic of these consumers.

We also asked our respondents to evaluate on a scale of 1-5 how often they buy food at the listed locations. We offered the following locations: (1) hypermarket/supermarket, (2) small shop, (3) bio shop/bio market, (4) fresh food market and not from the same salesman/producer, (5) fresh food market and always from the same salesman/producer, (6) specialised shops (butcher’s, greengrocery, bakery, etc.). The results show that the sample was quite heterogeneous, so the average results do not represent the sample correctly. The average was the highest (4,17) for the ‘hypermarket/supermarket’ category. It was followed by ‘small shops’ with an average of 3,11, then specialised shops (butcher’s, greengrocery, bakery, etc.) with an average of 2,95. The lowest averages are the following: ‘fresh food market and not from the same salesman/producer’ (2,04), ‘fresh food market and always from the same salesman/producer’, (1,83) and ‘bio shop/bio market’ (1,25). Although we have to point out that the relative standard deviation was high, so the sample was quite heterogeneous and the average does not represent the sample correctly. The relative standard deviation was 25,3 in case of ‘hypermarket/supermarket’, so this is the category where the sample was the most homogenous.



## 6. Measures and planned measures of the Hungarian government

Market research makes it evident that buying Hungarian products is increasingly important for shoppers. The Ministry of Rural Development has already drawn up a draft legislation (the Hungarian Product Regulation has already come into force in September 2012 – the author) on regulating Hungaricum and domestic products. Before Hungary's accession to the European Union the proportion of domestic food products was high, for instance in 2003 it was 90 percent. Free trade entailed mass import and retailers started competing for buyers with cheap, lower-quality foreign products. As a result of privatisation, many prestigious Hungarian manufacturers with well-known and popular brands were acquired by large international companies. These companies often move production from one country to another. Hungary's food safety law is Europe's strictest but since we have been members of the EU this strict regulation mostly refers to products from third countries. Some Hungarian food products are in a favourable position: these received the protected designation of origin (PDO) or the protected geographical indication (PGI) marking from Brussels. It was the goal of the Ministry of Rural Development to create a system where only those products can be marked 'Hungarian' that are guaranteed to be Hungarian. It was high time as well because recently manufacturers started marking non-Hungarian products misleadingly. Only those food enterprises fall under the scope of the legislation that operate in Hungary and it affects exclusively those who wish to indicate the origin of their products voluntarily (Czauner, 2011/b).

It is a tendency that – among other reasons – because of the high VAT content Hungarian food industry loses its domestic markets and becomes uncompetitive compared to the import products of low VAT countries and to the products of VAT avoiding players. It is a fact on the basis of daily practice – but it can be estimated only – that a considerable part of the Hungarian agronomy operates in the grey-black zone, attracting even those who basically would like to operate legally. The three product boards (poultry, meat and dairy) drafted a proposal on the reduction of VAT in order to increase the competitiveness and stabilize the profitability of the main animal production chains in agreement with the similar objective of the Ministry of Rural Development. On the basis of the proposers' calculations the decrease in the VAT revenue would be 20,5 billion HUF in the dairy industry, 18,4 billion HUF in the pig industry, 21,6 billion HUF in the poultry industry. The differentiated VAT reduction in the main animal production chains altogether would mean 60,5 billion HUF loss of income in the budget. That is around 0,2 % of the GDP – as identified by professional bodies and from this point of view its effect can be considered as neutral to the budget. They believe that the question is whether in the present futureless situation survival of the Hungarian agriculture, maintaining tens of thousands of work places, establishing legal market conditions and improving the competitiveness of agriculture deserves a state intervention returning in medium term equalling to 0,2% of the GDP (I13).

## 7. Questions and main findings

On the basis of the introduced secondary data and our primer research among Hungarian higher education students the following findings can be reported:

- Legal regulation concerning the labelling of foodstuff within the EU seems to be precisely regulated.
- Due to the effective operation of the RASFF system, it can be stated that consumers within the EU are well protected against hazardous food and feed.
- Most of our respondents evaluated themselves as average conscious consumers ('3' and '4' values). However we also have to point out that the relative standard deviation was 37,5, so the sample is quite heterogeneous and the average (3,16) does not represent the sample correctly.
- Roughly half of our respondents believe that Hungarian consumers are only a little bit conscious, and about one third of them thinks that Hungarian consumers are not conscious at all.

- As regards food purchase habits of our respondents, the average results show that price is the most important criteria (4,29), the second one is shelf life (4,11), the third one is ingredients (3,94). The origin and the producer are the least important factors for the respondents with 3,31 and 3,12 averages respectively.
- The new Hungarian product regulation will hopefully solve the current chaotic situation regarding the use of trademarks and markings emphasising Hungarian origin of products.
- The planned measures of the Hungarian government in connection with the VAT of some basic foodstuff seem to be a good idea to increase the competitiveness of the agricultural sector.

For Hungarian consumers price and price-value ratio are the most important criteria when buying food. Origin of the product seems not to be so important for them, although it is clear for them that by favouring Hungarian products they could contribute to the development of the domestic economy, too. If the price of Hungarian foodstuff was cheaper due to the planned VAT measures, Hungarian origin would be obviously more important and would be favoured by Hungarian consumers.

## References

- Czauner, P. 2011/a. Domestic food products are more valuable. Trade Magazin, 2011. Jan -Feb. 22-25.p.
- Czauner, P. 2011/b. Egy kis hazai. Trade Magazin, 2011. May. 18-21.p.
- Dörnyei, K. 2010. Fogyasztói magatartásvizsgálatok az élelmiszerben található információtartalomról – a jelölések, címkék és label használatának elemzése. Marketing és Menedzsment, 44. évf. 2010. 4. sz. p. 26-34.
- Fülöp, N., Süllős, Gy. ifj., Huszka, P. 2009. A Dunántúlon élő fiatalok táplálkozási szokásainak fókuszcsoportos vizsgálata. Marketing és Menedzsment, 43. évf. 2009. 3. sz. p. 12-16.
- Gippert, B., Veszélka, A. 2010. Magyar-e a magyar termék? Védjegykörkép. Teszt Plusz Magazin. 2010. July-Aug II. évf. 7-8. sz. 11-15.o.
- Majority of Hungarians only partially understand label information. 2011. Trade Magazin, 2011. June-July. 8.p.
- Price-value ratio is decisive when buying food. 2011. Trade Magazin, 2011. Aug – Sept/b. 93.p.
- The majority of Hungarian consumers mostly improvise when buying food. 2011. Trade Magazin, 2011. Aug – Sept/a. 93.p.

## Internet:

- Gáti, A. 2009. Conscious Consumption. An analysis of food purchase and change in consumer behaviour. [http://www.tarki.hu/en/research/european\\_social\\_report/gati\\_eng\\_2009.pdf](http://www.tarki.hu/en/research/european_social_report/gati_eng_2009.pdf) accessed: 3 September 2011
- Szakály, Z. 2011. Mit ér a jelölés, ha magyar? [http://www.elelmiszer.hu/friss\\_hirek/cikk/mit\\_er\\_a\\_jeloles\\_ha\\_magyar\\_](http://www.elelmiszer.hu/friss_hirek/cikk/mit_er_a_jeloles_ha_magyar_) (accessed: 12 September 2012)
- I1: <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=1121> (accessed: 10 September 2012)
- I2: Special Eurobarometer 354: Food-related risks: <http://www.efsa.europa.eu/en/factsheet/docs/reporten.pdf> (accessed: 10 September 2012)
- I3: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/consumers/product\\_labelling\\_and\\_packaging/l21090\\_en.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_packaging/l21090_en.htm) (accessed: 10 September 2012)
- I4: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0101:EN:NOT> (accessed: 10 September 2012)
- I5: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0067:EN:NOT> (accessed: 10 September 2012)
- I6: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32003L0089:EN:NOT> (accessed: 10 September 2012)
- I7: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0107:EN:NOT> (accessed: 10 September 2012)

- I8: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0142:EN:NOT> (accessed: 10 September 2012)
- I9: [http://ec.europa.eu/food/food/labellingnutrition/foodlabelling/proposed\\_legislation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/food/labellingnutrition/foodlabelling/proposed_legislation_en.htm) (accessed: 11 September 2012)
- I10: [http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/docs/rasff\\_annual\\_report\\_2011\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/docs/rasff_annual_report_2011_en.pdf) (accessed: 11 September 2012)
- I11: <http://www.kormany.hu/en/ministry-of-rural-development/news/hungarian-product-regulations-may-come-into-force-on-september-1> (accessed: 11 September 2012)
- I12: [http://www.elelmiszer.hu/cikk/a\\_hazai\\_fogyasztok\\_biznak\\_a\\_hungarikumokban](http://www.elelmiszer.hu/cikk/a_hazai_fogyasztok_biznak_a_hungarikumokban) (accessed: 12 September 2012)
- I13: <http://inforadio.hu/hir/gazdasag/hir-515344> (accessed: 10 September 2012)

## The Agricultural Extension Contact in Bangladesh

Abu Zafar Mahmudul Haq<sup>1</sup>

### INFO

Received 01 Dec 2012

Accepted 15 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

**Kulcsszavak:** Agricultural income, Bangladesh, extension contact, farmers, regression.

### ABSTRACT

The impact of agricultural extension contact on agricultural income has been conducted. The objectives of the study were to examine the actual benefits of agricultural extension services on productivity through an agricultural production function and if there are benefits for farmers to determine the type of farmers who benefited from the services. Fifty samples were collected from two sub districts of the Gazipur district in Bangladesh. The selection of the study sites and collection of the sample were done purposively. It is clarified from the study that extension services have significant contribution to raise agricultural income per unit of farm land. Results were derived through regression analysis. The results show that the contact coefficient of three times and above is higher (0.353) compared to the contact coefficient one and two times (0.234). It is observed that for a successful introduction of agricultural extension contacts in the country socio economic factors such as education of farmers, age and number of adult family members, ratio of agricultural income to total income should be taken into consideration.

### 1.Introduction

In order to raise farmer's income in developing countries, governments and international organizations have been aggressively promoting agricultural extension services. According to a review of tens of researches by Birkhaeuser and Evenson (1991), on the whole the extension services have contributed to some extent to raise the amount of information and technology and thus the farmer's productivity levels.

Studies of other scholars are also recognized (Jan et al, 2008, Michailidis 2008, Haq 2011). It is concluded that the extension workers visit only large and well situated farmers (Jan et al. 2008). Haq (2011) found that extension contact coefficient is particularly great (0.116) in the progressive villages compared to the extension contact coefficient (0.064) of the distant villages. The other one was based on the adoption of internet in agriculture of a region in Northern Greece (Michailidis 2008). But none of them concluded the required number of times extension contact.

There are a few research works on Bangladesh, which is one of the poorest countries in Asia. In the late 70s, an extension system involving 12000 workers was initiated under the denomination of "Training and Visit System", hereinafter referred to as T & V system, (Hasanullah 1994, Ilah et al., 1996). Yet, whether or not that program actually contributed to raising farmer's income, and, if yes, whether the benefits of the system were homogeneously distributed among the farmers have not been clarified enough. It is noted that agricultural extension services do not work satisfactorily and many farmers hardly ever received agricultural extension services (Rayners and Bruening 1996, Porimol et al. 2008, Daily Star, 2008, Rafiq 2009, Haq 2011). This means that agricultural extension services in Bangladesh still fail to reach its ultimate goal, which is to increase the farmers' socio-economic betterment. Investigating those issues toward developing further extension services that are more efficient is prime importance.

<sup>1</sup> City University, Banani, Dhaka 1213, Bangladesh

The current research, based on case studies on rice farming in the central area of Bangladesh, has two major objectives: (1) to assess the actual benefits of agricultural extension services on productivity through an agricultural production function, and (2) if there are benefits for farmers, to determine the types of farmers who are benefitted from the services.

The paper is structured as follows: Section 2 clarifies the method of analysis which adopted, building on previous researches and explains the data collection process. Section 3 examines the results of the agricultural function and the frequency of contacts. Finally, Section 4 presents the conclusions of the research.

## **2. Method of analysis and data collection**

Many of the previous researches (Haq 2004) used the productivity index, representing the amount of production per unit of farmland, that is, the value added of the production, which is found by deducting production costs from gross income. By using that index, it is possible to convert the specific quantities of products into given amounts of money to be added up; therefore this represents a considerable analytical benefit. In the current research as well, the same index has been used. As to the survey area, because of livestock farming and fisheries represent a remarkably small portion of the total amount of production, this research based on the production index on crop production, namely grains, fruits and vegetables. Concerning the portion of home consumption, the amount was determined by applying the farm price to the actual quantities consumed.

As is commonly used in analyzing production functions, chemical fertilizers, farm buildings, irrigation facilities and family and hired labor should be considered as important investment functions (Evenson and Mwabu 2001, Moock 1976, Owens et al. 2003). In this research, the analysis was based on the converted amounts of each type of investment. As regard family labor costs, the estimation was based on the charges applied to hired labor.

The accumulated experience of the farmer, which is an important variable, is commonly determined either from the years of farming or the age of the farmer. According to several researches, such as Evenson and Mwabu (2001), there is a positive relationship between productivity income, and the amount of technical information possessed by the farmer.

Furthermore, considering the relationship between farm size and productivity, another variable explaining the farm size was added. According to Evenson and Mwabu (2001), large farms have higher productivity, but other studies (Moock 1976, Owens 2003) did not find a clear positive relationship between the two, or, even, presumed a negative relationship. Considering the above, it can say that there is no common agreement on the relation between farm size and productivity.

Finally, in the objective of this research, the most important variables are the activities of the agricultural extension services. In the Bangladesh Training & Visit system, farmlands are divided into blocks and the Training & Visit workers target the representative farmers of the different blocks, who are referred to as “contact farmers”. Although the Training & Visit workers can directly get in touch with ordinary farmers, they mainly train the contact farmers, who, afterward transmit the training results to the others farmers, in a progressive system. Considering this situation in Bangladesh, the current research used the frequency of contacts between ordinary farmers and Training & Visit workers or contact farmers (the combination of Training & Visit workers and contact farmers is hereinafter referred to as “extension agents”).

As done in previous studies (Owens et al., 2003), the survey population was divided into three categories first, those who had no contacts (0 contact), those who had one or two

contacts (1-2 times) and those who have three or more contacts (3+). Then a dummy variable was used for the estimation.

Except for the variable of the contact frequency, all the variables were evaluated with a logarithmic converter to avoid disparities of the figures.

Following the above reasoning, productivity is expressed in terms of amount of money, as follows,

$$\ln CRIN = f(\ln CHEM, \ln IRRI, \ln LABR, \ln EXPE, \ln AREA, EXT1, EXT2 \dots) (1)$$

CRIN: Monetary value of the production per ha [taka/ha (1\$=Taka 80.40)].

CHEM: Costs of chemical fertilizers used per ha (taka/ha).

IRRI: Irrigation expenditures per ha (taka/ha).

LABR: Labor cost per ha (taka/ha).

EXPE: Experience of the head of the farm household (years).

AREA: Farm area (ha).

EXT1: Contact dummy (for 1-2 contacts per year=1; for others =0).

EXT2: Contact dummy (for 3+ contacts per year=1; for others =0).

The estimations were made according the most standard **OLS** (Ordinary Least Squares) method.

Next, let us explain the method of analyzing the contact frequency between the farm households and extension agents. In this paper, the number of contacts was considered as a subordinate variable and then the formula below was used to identify the contact frequency function.

$$NOEX = f(AGE, EDUC, RATE, NJOB) \dots (2)$$

NOEX: Number of contacts per year.

AGE: Age of the head of the farm household.

EDUC: Years of schooling of the head of the farm household.

RATE: Share of agricultural income in total farm household income.

NJOB: Number of adult family members.

The farming income is determined by using the total monetary value of crop production from which the investment costs, labour cost, irrigation costs, land rents and the likes have been deducted. As for the total farm income, it was calculated by adding non farm income, such as income from office work, teaching and other part time works, to farm income. The share of agricultural income (RATE) represented 66.2 percent of the total.

Now, let us briefly discuss the marks of each variable. Regarding farmer's education, it is presumed that the lower the level of education is, the higher the tendency to avoid the risks involved in adopting new technologies is; inversely, the higher the level of education is, the



higher the interest or acceptance of new technology is. According to a research conducted in India by Feder and Slade (1986), however, the higher the level of education is the more the use of extension services is.

Next, in large farms, the costs of acquiring technical information, estimated per unit of area, decreases, according to Feder and Slade (1984). Based on these results, it is possible to presume that the higher the share of farm income in total income is, the more willingness there is for the farmers to use the extension services to increase their agricultural income. Furthermore, the larger the number of adult family members is, the easier the contact with the extension agents is likely to be, since the family would more easily adjust to the necessary contacts with extension agents. Finally, the older the head of the household is, the higher the tendency to avoid the risk involved in acquiring new technologies is.

Considering the above reasoning, it can be inferred that the education level of the head of the household, the share of agricultural income in total income and the number of adult family members have positive correlation, while the head of the household's age has a negative general effect.

Furthermore, considering the nature of the data, which is of a spread type, instead of the ordinary Least Squares (OLS), the QML-Poisson Count (Quadratic hill climbing), was adopted.

### **Data collection**

In order to apply the above mentioned formula, a field survey was conducted in the Gazipur district, located at 30 kilometers in the North-East of Dhaka, the capital city of Bangladesh, between August and September 2001. This area is an average farming district in the central and northern areas of the country regarding productivity, farm size and production conditions. In this paper, two areas (Sadar and Sreepur subdistricts) of Gazipur district out of five sub districts were surveyed. A total of fifty farms were investigated through pre structured questionnaires. The selection of the two sub districts and sample collection were done purposively.

Following is a brief explanation of the survey families. The average age of farm household head is 43.1 years, the number of years of schooling of farm household head is 5.5 years, the farm area is 1.4 ha, and the size of family is 7.2 and the number of adult family members is 2.2. As for the contact frequency with extension agents, the average is 0.8 times per year and only 18 families were contacted out of the surveyed families (36 percent). The contacts were particularly low with families whose heads have low education levels; families that had no contact at all formed the majority, as can be seen in Table 1. It can be inferred therefore that the lower the education level is, the less contact with extension agents there is.

**Table 1.** Education Level and Extension Contacts (persons)

Education Levels	Extension Contacts	No Contacts	Total
High school and over	3	4	7
Junior High School	7	9	16
Primary	7	11	18
Illiterate	1	8	9
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	<b>50</b>

Source: Field survey 2001; Haq 2004.

### 3. Results and Discussions

#### Gross Agricultural Income

Let us start discussing the results with formula (1), shown in Table 2. The trend of each variable matches the result of previous researches, as for five out of the seven variables there is a significant difference at the 10 percent degree of probability. In addition, there are no apparent errors or irregularity problems.

**Table 2.** Regression results

Variables	Coefficients	T-values
LnCHEM	0.329	2.591**
LnIRRI	0.164	2.329**
Ln LABR	0.339	1.406
Ln EXPE	0.259	2.343**
Ln AREA	0.337	1.136
EXT1	0.234	1.796*
EXT2	0.353	2.069**
Intercept	0.034	0.019
Adj.R-square	0.413	
Sample	50	

\* & \*\* indicate 10% and 5% level of significance

The examination of the estimation results suggests the following points:

First, the coefficient for chemical fertilizer (CHEM) and irrigation expenditures (IRRI) per unit of farmland is positive at the 5 percent degree of probability. The coefficient for labor costs is not positive, although it does not show a significant statistical difference. Thus, it can infer that it is possible to realize high agricultural income per unit of land using a labor-capital-intensive management system.

Second, the coefficient for the experience of the head of the household is significant at the 5 percent degree of probability (0.259). Therefore, the accumulation of farm experience has a great contribution in improving land productivity.

Third, the coefficient for cultivated area (AREA) is 0.337, which is positive but not significant even at the 20 percent degree of probability. Therefore, it can be inferred that no strong relationship between management area and productivity per unit of farmland was found.

Finally, the coefficient for the dummy variable for contacts between the extension agents and the survey farms EXT1(1-2 contacts per year) and EXT2 (3 contacts or more per year) is significant at both 10 and 5 percent degrees of probability. The coefficient for EXT2 is particularly great (0.353), compared to EXT1 (0.234). Accordingly, it is possible to ascertain that the contacts with extension agents contributed to improve agricultural production per unit of farmland.

According to Owens et al. (2003), whose research was based on Zimbabwe, a frequency of 1 and 2 operations per year between extension agents and farmers generates a high



contribution to productivity. However, a frequency of more than 3 times per year showed no clear effects. Compared with the results of Owens et al. (2003) in Zimbabwe, the results of the current study suggest that in Bangladesh the contacts between extension agents and survey farmers seem more effective. This is apparently because the farmers who have more than three contacts could get case-by-case, suitable guidance concerning the application of fertilizers or prevention of insects and diseases.

### Frequency of the Contacts with Extension Agents

What kind of factors determines the frequency of contact between farmers and the extension agents? Clarifying this point is extremely important to promote more effective agricultural extension activity. The estimation results of the contact frequency function, based on formula (2) are presented in Table 3. The coefficient of the linear recurrence model being 0.632, the results can be considered highly appreciable.

**Table 3 Determinants of extension contacts**

Variables	Coefficients	T-values
AGE	0.083	-2.055**
EDUC	0.140	1.939*
RATE	4.582	2.463**
NJOB	0.403	2.403**
Intercept	-1.841	-1.435
<b>Pseudo R-square</b>	<b>0.632</b>	
<b>Sample</b>	<b>50</b>	

\*&\*\* indicate 10% and 5% level of significance.

As appear in Table 3, the survey farms that fulfilled the following conditions have had frequent contacts with the extension agents.

- (1) The coefficient for the age of the head of the farm household's variable is significant at the 5 percent degree of probability (-0.083). This suggests that the younger the farmers are, the keener they are in acquiring new technologies and thus in contacting extension agents.
- (2) The coefficient for schooling (EDUC) is 0.140, which shows positive effects at the 10 percent degree of probability and suggests that the heads of households with high education levels are more likely to get high frequency with the extension agents. The reason is that apparently they have more interest in agricultural technologies and effectively adjust to changes in their environment. According to Huffman (1974), extension activities help farmers who did not acquire enough school education to improve their ability to adjust. However, the results of the current research clearly show that farmers with low education levels do not benefit from extension services. Therefore, the difference in the education background of the farmers influences the effects of extension services, and thus magnify the economic gap between farmers, in a vicious circle.
- (3) The coefficient for the share of agricultural income in total farm income (RATE) is 4.682 and is significant at the 5 percent level of probability. In other words, it can be said that farm households with dependency on agricultural income have increasing dependency on contacts with extension agents. The reason is that those households,

hoping to increase their gross income, are likely to multiply their contacts with agricultural extension agents.

- (4) The coefficient for the number of adult members in the farm household (NJOB) is significant at the 5 percent level of probability (0.403), suggesting frequent contacts with agricultural extension agents. Judging the estimations of such a contact frequency function, it can be pointed out that the education level of the farmers and their age are important factors to the degree of dependency on agricultural income and the number of adult members in the farm household.

#### 4. Conclusions

This research was aimed at clarifying the effects of agricultural extension services on improving farmers' productivity, with the example of one district of Bangladesh, emphasizing the relevance of contact frequency between farmers and extension agents (workers of extension services and representative of farming blocks, who directly receive training from the extension workers and, sometimes along with them, train other farmers in turn). The results of the study can be summarized as follows:

First, from the estimated results of the production function, it was clarified that the more the frequency of contacts between extension agents and farmers, the higher the productivity is. This clarifies that the extension services have positive effects in improving farm income.

Second, by examining the factors determining the contacts between extension agents and farmers, a positive correlation was found with the education level, the share of the agricultural income in the total farmhouse income, and the number of adults in the farm household. On the other hand, the head of the farm household's age is inversely proportional to the frequency of contacts with the extension agents. From these facts, it was clarified that the agricultural extension services do not work well enough for elder farmers, especially those with low education levels.

Considering the overall estimations, it has been possible to ascertain that agricultural extension services positively contribute to increasing farmers' income to some extent, but there is a necessity to develop the system toward more efficiency for elder farmers with low education levels, which is an issue that is subject for further studies.

#### References

- Birkhaeuser D, Evenson RE. 1991. The economic impact of agricultural extension: A review. *Economic Development and Cultural Change*. 39(3):607-650.
- Daily Star. 2008. October; Pest attack affects Aman paddy yield in Netrokona, Patuakhali. *Star Business Desk*.
- Daily Star. 2008. September, Aman turning yellowish in Rangpur. *Star Business Desk*.
- Evenson R, Mwabu G. 2001. The effect of agricultural extension on farm yields in Kenya. *African Development Review*. 13(1):1-23.
- Feder, G, Slade R. 1984. The acquisition of information and the adoption of new technology. *American Journal of Agricultural Economics*. 66(3):312-320.
- Feder, G, Slade R. 1986. A comparative analysis of some aspects of the training and visit system of agricultural extension in India. *Journal of Development Studies*, 22(2): 406-422.
- Hassanullah M. 1994. Planning and performance: The case of agricultural extension service. *Journal of Business Administration*. 20(1&2):106-125.
- Haq AZM. 2004. The role farmers' education and agricultural extension services in Bangladesh. Ph.D diss. Tottori U. 20-30.
- Haq AZM. 2011. Some issues of extension contact on rice productivity in Bangladesh. Proceedings of the annual conference on HR at the modern workplace 2011 Dec 16-17. SDM Institute for Management Development, Mysore, India

- Huffman WE. 1974. Decision making: The role of education. *American Journal of Agricultural Economics*. 56(1):85-97.
- Ilah SM. 1996. Sharifullah AK, Ahsan K. A comparative study on model farmer and training and visit systems of agricultural extension in Bangladesh. *Journal of Rural Development*. 26(2):1-32.
- Jan I, Naushad K, Shaukat SN. 2008. June., Econometric analysis of the determinants of participation in agricultural extension services: An example from Pakistan. *Journal of Extension Systems* 2008 June; 24(1):63-75.
- Michailidis A. 2008. Adoption of internet in agriculture. *Journal of extension Systems* 2008 June; 23(1):1-13.
- Moock PR, 1976. The efficiency of women as farm managers: Kenya. *American Journal of Agricultural Economics*. 58 (5):831-835.
- Owens T, Hoddinott J, Kinsey B. 2003. The impact of agricultural extension on farm production in resettlement areas of Zimbabwe. *Economic Development and Cultural Change*. 51(2):337-357.
- Porimol P, Sarker R, Islam A. New rice varieties smile at monga hit people.
- Star Business Desk in The Daily Star 2008 October.
- Rafiqul I. 2009 May., Betel leaf growers in south left in peril. *Star Business Desk in The Daily Star*.
- Reynar R, Bruening T. 1996. Agricultural extension issues: perceptions of Bangladesh T&V extension personnel. *Journal of International Agricultural and Extension Education*. 3(1):53-62.

# Hierarchikus markov folyamatok alkalmazása a sertéstartás döntési folyamataiban

## *Application of the Hierarchic Markovian Decision Processes in the Decision Making Processes of Pig Keeping*

Kovács Sándor<sup>1</sup>, Balogh Péter<sup>2</sup>

### INFO

Received 13 Oct 2012

Accepted 09 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

### Kulcsszavak:

Markov processes, sow model, mating, gestation, net revenue

### ABSTRACT

In this study we discuss the Markovian chain-based decision processes and their developed variant called Hierarchic Markovian Processes. The optimizing possibilities of such processes are presented in detail. Moreover, we introduce a free available software based on these processes and developed by Danish researchers for supporting decisions in animal breeding. Among the several models the reduced sow model (with gestation) were chosen for presentation. We describe the basic settings and parameters for running the software as well as we calculate the average net return over time and the series of decisions per sow in case of simulated sow herd data by applying the value iteration technique. We also present the results of decisions on keeping an animal in production as well as on determining the number of matings of a sow. We also give examples of the development of the relative utility values related to such decisions.

### INFO

Beérkezés 2012. Okt. 13.

Elfogadás 2012. Dec. 09.

On-line elérés 2012. Dec. 28.

Felelős szerkesztő: Rajkai K

### Kulcsszavak:

Markov folyamatok, koca modell, termékenyítés, vemhesség, nettó jövedelem

### ÖSSZEFOGLALÓ

Jelen tanulmányban a Markov láncokon alapuló Markov döntési folyamatokat tárgyaljuk, valamint ezek továbbfejlesztett változatát, a Hierarchikus Markov Folyamatokat. Részletesen leírjuk ezen folyamatok optimalizációs lehetőségeit. Ismertetünk továbbá egy dán kutatók által állattenyésztési döntések támogatására kifejlesztett, e folyamatokon alapuló és szabadon letölthető programot. A program számos lehetőségéből a kocanevelés és vemhesítés modell használatát mutatjuk be. Megadjuk a program futtatásához szükséges alapparamétereket, beállításokat, valamint egy modellezett állattartó telep kocáira érték iterációval számítjuk az elérhető jövedelmet és a kocánkénti döntések sorozatát. Bemutatjuk az állat termelésben tartására, illetve a koca termékenyítési számára hozott döntések eredményét. Példán mutatjuk be továbbá az ilyen döntésekhez kapcsolt relatív hasznosság alakulását.

## 1. Bevezetés

A mikroszámítógépek elterjedése megnövelte az informatika jelentőségét az állattenyésztésben is, különösképpen az információs és döntéstámogató rendszerek kifejlesztésében. A döntéstámogató rendszerek állattenyésztésben történő alkalmazása még a fejlett országokban sem éri el a szakemberek által megkövetelt szintet, ezért ez egy kedvelt és visszatérő téma az informatikai konferenciákon. A tervezés bonyolultsága szükségessé teszi matematikai módszerek alkalmazását a problémák megoldásában. A mezőgazdaságban számos matematikai módszert alkalmaztak már, mint például a hálótervezést, a lineáris programozást, a függvény analízist és a matematikai statisztikát. Ezek az analitikus módszerek azonban több korlátot is hordoznak. A lineáris programozás esetében nagy kötöttséget jelent a lineáris összefüggések keresése, ami leszűkíti az alkalmazási területet. A járhatóbb út az úgynevezett szimulációs kísérlettel történő modellezés, amely nagyobb rugalmasságú és szélesebb a felhasználási területe. A szimulációs módszer nem

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, kovacs@agr.unideb.hu

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, balogh@agr.unideb.hu

optimalizációs eljárás, de az általunk bemutatandó módszer a dinamikus programozásból ered és beépített optimalizációs modulja is van. Jelen tanulmányban bemutatjuk a Hierarchikus Markov Folyamatok módszertanát, optimalizációs lehetőségeit. Ismertetünk egy dán kutatók által állattenyésztési döntések támogatására kifejlesztett, ingyenesen letölthető szoftvert. A program alkalmazásának lehetőségei közül a kocák vemhesítésének problémáját tárgyaljuk. A módszertan bemutatásában a felhasznált fogalmakra támaszkodunk.

## 2. Történeti áttekintés

A dinamikus programozás módszertanát először Bellman publikálta (Bellman, 1957). Könyvében a szekvenciális döntési problémák megoldására új numerikus módszert adott közre, melynek elemei a „Bellman-féle optimalitási követelmények” és a funkcionális egyenletek. Első művét követően még több könyve jelent meg (Bellman, 1961; Bellman and Dreyfus, 1962; Bellman és Kalaba, 1965). A dinamikus programozást sokan triviális számítási eszköznek tartották, mások azonban többre értékelték. Később igazolódott, hogy sem nem triviális, sem nem kellően általános a problémák megoldásában. A dinamikus programozás fő ismérve a szekvenciális közelítés. Ez adja a sorozatos döntésekre történő alkalmazhatóságát. A sorozatos döntési probléma egyik szemléletes példája az állattenyésztésben az állat „selejtezése”, illetve az új kocasüldő beállítása, az inszeminálás, a vemhesítés és az orvosi ellátás. A módszer azért is releváns az állattenyésztésben, mert az állat jellemzői (pl.: alacsony vagy magas hozam, termékenyülési képesség, alomszám, stb.) valószínűségekkel becsülhetők, és a döntések az aktuális megfigyelésekre vonatkoznak. A dinamikus programozás Markov-folyamatokkal történő összekapcsolását Howard dolgozta ki (Howard, 1960). A két módszer kombinálásával jött létre a Markov döntési folyamat (MDF), melyet Howard vezetett be. Ő ismertette a politikai iterációt, és az érték-iterációs technikát is, amellyel az MDF optimalizálható.

A politikai iterációt két optimalitási kritérium miatt fejlesztették ki. Nevezetesen a teljes időhorizontra vonatkozó, elvárt diszkontált jövedelem és az elvárt átlagos időszakos jövedelem maximalizálására. Jewell mutatta be a politika iterációt az átlagos jövedelem maximalizálására a teljes időhorizonton, és azt semi-Markov döntési folyamatnak nevezte (Jewell, 1963). Ebben az MDF-ben az időszakok hossza véletlen módon változik. Howard az érték iterációra is kidolgozta a semi-Markov döntési folyamatokat (Howard, 1971). Megjegyezzük, hogy a lineáris programozás módszerét már az említett két optimalizációs technika előtt alkalmasnak tartották az MDF-ek optimalizálására (Hadley, 1964). Azonban a kutatók ezt a technikát egyik állattenyésztési modellben sem alkalmazták, mivel a politika iteráció hatékonyabbnak bizonyult a lineáris programozásnál. Howard 1960-ban publikált könyve után számos olyan kutatás látott napvilágot, amely az optimalizációs technikák és az optimalitási kritériumok kapcsolatát vizsgálta (Wal and Wessels, 1985). Az MDF-es alkalmazások domináns területe az állatok utánpótlásának, selejtezésének a problémája összekapcsolva az orvosi kezeléssel és az inszeminálással. Az eddigi módszertani fejlesztések nagy részét Kristensen és Jorgensen (1995) publikálta. Az alkalmazások 3 fő nehézsége a változékonyság, a reprodukció ciklusok és a korlátok (például a malacnevelő képesség határai, vagy a véges elhelyezési kapacitás). Az első két nehézséget az MDF kezeli, az utóbbi pedig nem változtatható.

## 3. Anyag és módszer

### 3.1. Markov lánc

A Markov döntési folyamatok alapja a Markov-lánc. Megértésükhöz szükség van néhány alapvető fogalomra a Markov-lánc elméletből. A Markov-lánc a sztochasztikus folyamatok speciális típusa. Diszkrét idejű sztochasztikus folyamatot akkor nevezünk Markov-láncnak, amikor a  $P(X_{t+1} = i_{t+1} | X_t = i_t)$  feltételes valószínűség fennáll.

Ez azt jelenti, hogy a  $t+1$ -edik időszak valószínűség eloszlása a  $t$ -edik időszak állapotától függ, de független a lánc korábbi időszakaitól, amelyeken a folyamat áthaladt. Ebből adódóan feltehetjük, hogy minden  $i$  és  $j$  állapotra minden  $t$  időszakban fennáll a  $t$ -től függő  $P(X_{t+1} = j | X_t = i) = p_{ij}$  és  $P(X_{t+1} = j | X_t = i)$  valószínűség. A  $p_{ij}$  jelöli annak a valószínűségét, hogy az adott rendszer a  $t$

időszakbeli  $i$ -edik állapot után a  $t+1$ -edik időszak  $j$ -edik állapotába kerül. Innen ered  $p$ -re az átmenet valószínűség elnevezés. Továbbá azok a valószínűségek, amelyek az első időszak  $i$ -edik állapotának bekövetkezésére vonatkoznak, azok a kezdő valószínűség eloszlások, jelük  $q_i$ . Így  $P(X_1 = i) = q_i$ .

Végül minden  $t$  időszakbeli  $i$  állapotra teljesül a következő egyenlet:

$$\sum_j P(X_{t+1} = j \mid X_t = i) = 1$$

Ebből az is következik, hogy az átmenet valószínűségek alkotta mátrix elemei nem negatívak, és minden sorösszeg 1-et ad. A  $p_{ij}$  valószínűségeket gyakran csak egy lépéses valószínűségeknek nevezik, mivel a  $t$  időszaktól  $t+1$ -edik időszakra térünk át. Szokásos erre a  $p_{ij}(1)$  jelölést használni.

Minden Markov-lánccal megoldható problémában az a kérdés, hogy mi a valószínűsége annak, hogy  $j$  állapotban lesz a folyamat  $n$  lépés múlva, ha jelenleg az  $i$ -edik állapot jellemzi. Markov-lánc esetén a stacionaritást használjuk ki, ami azt jelenti, hogy a valószínűségek függetlenek  $t$  időszaktól. Ebből adódik, hogy:

$$P(X_{t+1} = j \mid X_t = i) = P(X_n = j \mid X_0 = i) = p_{ij}(n)$$

ahol: a  $p_{ij}(n)$  az úgynevezett  $n$  lépéses valószínűség. Természetesen  $p_{ij}(1) = p_{ij}$  és  $p_{ij}(2) = \sum_k p_{ik} \cdot p_{kj}$ .  $p_{ij}(2)$  az  $ij$ -edik eleme a  $P^2$  mátrixnak, ahol  $P = p_{ij}(1)$  az átmenet valószínűségek mátrixa. Általánosan pedig  $p_{ij}(n)$  az  $ij$ -edik eleme a  $P^n$  mátrixnak. Általában a legtöbb Markov lánc esetén többnyire létezik a  $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$  vektor (Barbour, 2004):

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P^n = \begin{bmatrix} \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_s \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_s \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_s \end{bmatrix}$$

vagy másképpen:  $\lim_{n \rightarrow \infty} p_{ij}(n) = \pi_j$ .

Ez azt jelenti, hogy a Markov-lánc  $\pi_j$  valószínűséggel állandósul a  $j$  állapotban, ami független a kiinduló állapottól. A  $\pi$  vektor a Markov-folyamat egyensúlyi eloszlása. Két módja is van az egyensúlyi eloszlás megtalálásának. Az egyik mód az, hogy az átmenet valószínűségi mátrixot önmagával tetszőlegesen sokszor összeszorozzuk. A másik út pedig az egyenletrendszerekkel történő meghatározás. A  $P$  átmenet valószínűség mátrix elemei képezik az egyenletrendszerek ismeretlenjeinek együtthatóit, az ismeretlenek a vektor elemei, az egyenlet jobboldalán szintén a  $\pi$  vektor elemei állnak.

### 3.2. Markov döntési folyamatok

Legyen adott egy rendszer, amelyet véges vagy végtelen időhorizonton figyelünk meg. Az időhorizont periódusokra vagy időszakokra osztható. Minden egyes időszakban a rendszert adott állapotában figyeljük meg és szükség szerint beavatkozunk. A döntés vagy determinisztikusan vagy sztochasztikusan befolyásolja az állapotot, amelyet a következő időszakban figyelünk meg. A rendszer állapota és az időszak függvényében egy ennek megfelelő jövedelmet érünk el. A teljes elvárt jövedelmet az adott időszaktól kezdve egészen a tervezési időhorizont végéig egy úgynevezett értékfüggvény adja meg. A kapcsolatot az adott időszak értékfüggvénye és a következő időszak számított értékfüggvénye között a funkcionális egyenletek adják meg. Az optimális döntés, amely az időszaktól és az állapottól függ, úgy határozható meg, hogy lépésről lépésre visszafelé haladva maximalizálni kell a funkcionális függvény jobboldalát.

Legyen adott egy diszkrét Markov döntési folyamat egy véges állapottérrel,  $U = \{\text{állapot } i=1,2,\dots,u\}$  és egy véges  $D$  döntési halmazzal. Az  $s$  politika pedig egy döntési fa, speciális elrendezés, amely minden



egyes  $i$  állapothoz egy döntést rendel, tehát  $s(i)=d \in D$ . Legyen  $p_{ij}^d$  az  $i$  állapotból  $j$  állapotba kerülés úgynevezett átmenet valószínűsége, amikor  $d \in D$  döntést hoztuk. A  $d$  döntés által nyerhető jövedelem  $i$  állapotban  $r_i^d$ . A két átmenet közötti időintervallumot időszaknak nevezzük. Néhány modell az  $m_i^d$  fizikai mennyiséget (egy anyakocára jutó alomnagyság, vagy élettelséítmény) is tartalmazza  $i$  állapotban  $d$  döntéstől függően (Kristensen, 1991). A  $p_{ij}^d$ ,  $r_i^d$ ,  $m_i^d$  jelölések mellett  $p_{ij}^s$ ,  $r_i^s$ ,  $m_i^s$  jelölés is használatos és elfogadott, ha  $s(i)=d$ . Az optimális politika maximalizál egy előre definiált célfüggvényt. Az optimalizációs technika függ a célfüggvény alakjától, amelyet másképpen optimalizációs kritériumnak is neveznek. A kritériumok megválasztása attól is függ, hogy az időhorizont véges-e, vagy végtelen.

### 3.3. Optimalizálási kritériumok

Tegyük fel, hogy adott  $T$  időszak, tehát véges időhorizonton mozgunk, és a teljes időhorizontra vonatkozó, várható jövedelmet maximalizálni akarjuk. Ekkor a következő célfüggvényt alkalmazzuk:

$$Hozam_1(s_1, \dots, s_T) = E\left(\sum_{i=1}^T r_{I_i}^{s_i}\right),$$

Ahol az „E” a várhatóérték,  $s_i$  az  $i$ -edik időszaki politika,  $I_i$  pedig a nem ismert állapota az  $i$ -edik időszaknak.

Lehetőségünk van azonban olyan függvényt is megadni, amely diszkontálva tartalmazza az összegeket. Ez azt jelenti, hogy jelenértékben számoljuk a későbbi elvárt jövedelmet.

Ekkor a függvény az alábbi alakot ölti:

$$Hozam_2(s_1, \dots, s_T) = E\left(\left(\frac{1}{1+R}\right)^{i-1} \sum_{i=1}^T r_{I_i}^{s_i}\right),$$

ahol az „R” a piaci kamatlábat jelöli.

Amikor végtelen időhorizonton mozgunk, nem ismert előre az időszakok sorozatának vége, akkor is számolhatunk a hozam<sub>2</sub> függvénnyel, a hozam<sub>1</sub> függvényt pedig nem használhatjuk. Mivel a diszkontálási tényező egynél kisebb, ezért az időszakok végtelenbe tartása esetén az egy fix értékhez konvergál. A hozam<sub>2</sub> függvény másik elnevezése a diszkontált kocánkénti nettó jövedelem. Amennyiben egyenlő hosszú időszakokkal dolgozunk, kiszámíthatjuk az időszakonkénti átlagos nettó jövedelmet is.

$$Hozam_3(s) = \sum_{i=1}^u \pi_i^s \cdot r_i^s,$$

Ahol  $\pi_i^s$  az állapot bekövetkezésének állandósult valószínűsége az  $s$  politika mellett. Ugyanezzel a jelöléssel már szerepelt a Markov láncok fogalmai között. Korlátozó tényezők – mint például az alomnagyság – modellbe építése esetén a legalkalmasabb kritérium megadható a következő függvénnyel (például akkor, mikor az egy malacra jutó átlagos elvárt jövedelmet szeretnénk maximalizálni):

$$Hozam_4(s) = \frac{\sum_{i=1}^u \pi_i^s \cdot r_i^s}{\sum_{i=1}^u \pi_i^s \cdot m_i^s},$$

ahol  $m_i^s$  az egy fialásra jutó malacok száma db-ban az  $i$ -edik állapotban az  $s$  politika mellett. Amikor a hozam<sub>3</sub> függvény alkalmazható, akkor a hozam<sub>4</sub> is alkalmazható, illetve a hozam<sub>4</sub> speciális esete a hozam<sub>3</sub> függvény. Ezek a függvénytípusok Kristensen munkájában találhatók meg (Kristensen, 1996).

### 3.4. Az alkalmazott optimalizációs technikák

#### Érték iteráció

Kiválóan alkalmazható módszer véges időtáv esetén. Az optimális politikát az alábbi függvényegyenlőség rekurzív használata adja meg (Kristensen, 1996):

$$f_i(n) = \max_d \left\{ r_i^d + \beta \sum_{j=1}^u p_{ij}^d f_j(n-1) \right\}, i=1, \dots, u,$$

Ahol a  $d$  döntés maximalizálja a jobb oldalát az egyenlőségnek ott van optimum az  $i$  állapotban a kérdéses időszakban. Az  $f_i(n)$  a teljes időhorizontjára vonatkozó, várható diszkontált jövedelme, amely  $i$  állapotban kezdődött és tart  $n$  időszakon keresztül, mielőtt lezárul. Az  $f_i(0)$  egy kiinduló értéke a rendszernek, amikor az  $i$  állapotban van. Minden időszakban egy optimális politikát választunk a fenti egyenlőség alapján. A hozam<sub>1</sub> célfüggvény használata esetén a  $\beta = 1$  teljesül az egyenlőségben, egyébként pedig  $\beta$  a diszkontálási tényezőt jelenti. Végtelen időtáv esetén az érték iteráció arra használható, hogy megközelítse az optimális politikát. Belátható, hogy a hozam<sub>2</sub> célfüggvény végtelen időtávú változóval történő használata mellett  $\lim_{n \rightarrow \infty} f_i(n) = f_i$ ,  $i=1, \dots, u$ ,

ahol az  $f_i$  fix  $i$ -re konstans érték. A fenti egyenlőség alkalmazása esetén előbb utóbb megfigyelhetjük, hogy az  $f_i(n+1)$  egy idő után majdnem egyenlő lesz  $f_i(n)$ -nel bármely  $i$  indexre. Továbbá ugyanaz a politika adódik számos időszakon keresztül. Ebből már tudhatjuk azt, hogy ez már az optimális politika. Mivel a hozam<sub>3</sub> célfüggvény egy speciális esete a hozam<sub>4</sub> célfüggvénynek, ezért a kritériumot megadhatjuk csak a hozam<sub>4</sub> célfüggvénnyel is. Ebben az esetben az  $f_i(n)$  a várható jövedelmet jelöli, amikor a folyamat egy kezdő időszak  $i$  állapotától addig tart, amíg  $n$  egység fizikai mennyiséget elő nem állítottunk. Az optimális politika ezen  $n$  egységnyi output előállításához megadható az alábbi rekurzív formulával (Kristensen, 1996):

$$f_i(n) = \max_d \left\{ a \left( \frac{nr_i^d}{m_i^d} + f_i(0) \right) + (1-a) \left( r_i^d + \sum_{j=1}^u p_{ij}^d f_j(n-m_i^d) \right) \right\}, n=1, \dots$$

$$\text{Ahol } a = \begin{cases} 1 & m_i^d \geq n \\ 0 & m_i^d < n \end{cases}$$

Minden azon a feltételezésen alapszik, hogy az  $\frac{r_i^d}{m_i^d}$  mutató (jövedelem/kibocsátás) konstans marad az

egész időszakban. Ha  $n$  értéke elég nagy, akkor  $a=0$  adódik. Howard (1971) tanulmányában az  $m_i^d$  az időszak várható hosszaként értelmezett paraméter. Így a hozam<sub>4</sub> függvény az időszakonkénti elvárt jövedelemként fogható fel.

#### Politika iteráció

A politika iterációt végtelen időtáv esetében használhatjuk. Ellentétben az érték iterációval, a politika iteráció mindig optimális megoldást szolgáltat. Kombinálható mind a hozam<sub>2</sub> függvény végtelen időtávú változatával, mind a hozam<sub>3</sub> és a hozam<sub>4</sub> függvénnyel. Az  $f_i^s$  a várható jövőbeli jövedelme a folyamatnak, ha az  $s$  politikát követjük és a Hozam<sub>2</sub> végtelenített változatát alkalmazzuk. A Hozam<sub>3</sub> függvény és a Hozam<sub>4</sub> függvény alkalmazásával az  $f_i^s$  az  $i$  állapot relatív hasznosságát jelenti  $s$  politika mellett.

Az  $f_i^s$  a várható jövőbeli jövedelme a folyamatnak, ha az  $s$  politikát követjük és a Hozam<sub>2</sub> végtelenített változatát alkalmazzuk. A Hozam<sub>3</sub> függvény és a Hozam<sub>4</sub> függvény alkalmazásával az  $f_i^s$  az  $i$  állapot relatív hasznosságát jelenti  $s$  politika mellett.

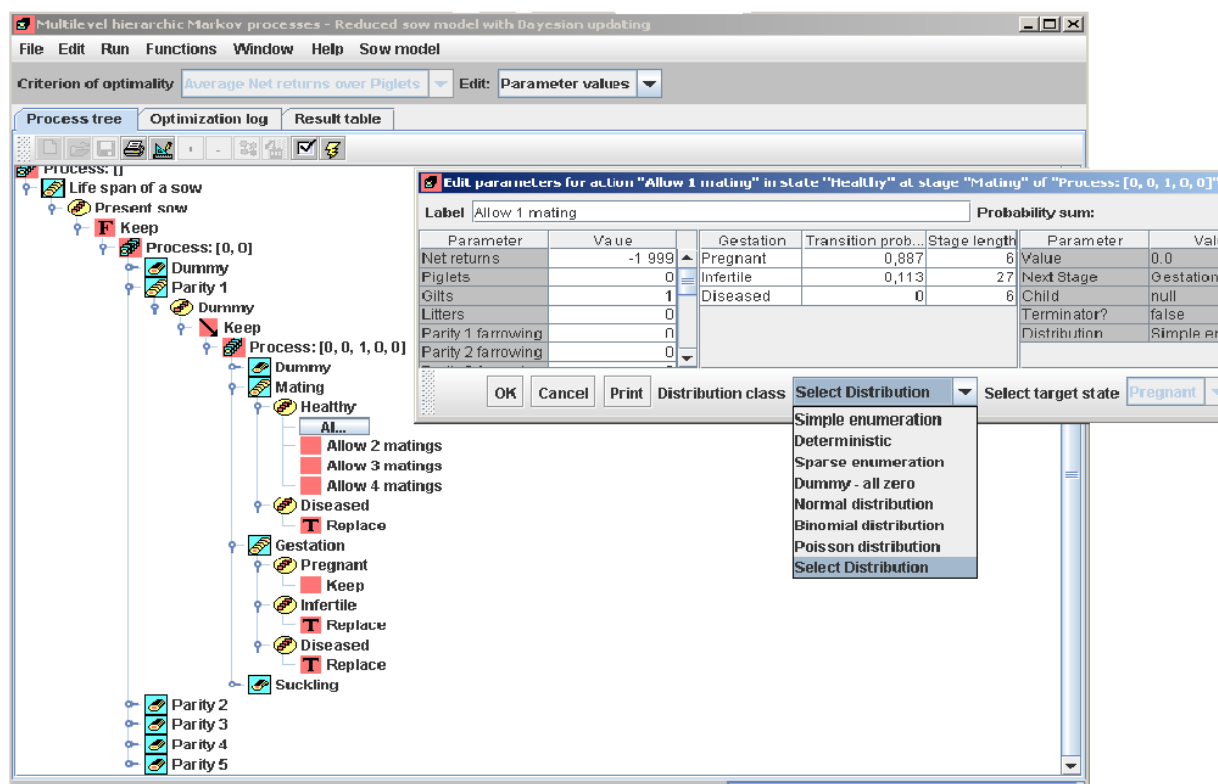
### 3.5. Hierarchikus Markov folyamatok

Kristensen dán professor a Markov döntési folyamatok alapján fejlesztette ki a Hierarchikus Markov folyamatok (HMF) technikáját, amely lehetővé teszi, hogy nagy állapotterű (akár 6,8 millió állapottól álló) rendszerekkel dolgozzunk (Houben et al., 1994; Kristensen, 2004a). A HMF alkalmazása ugyanakkor nem zárja ki az érték iteráció és a politika iteráció alkalmazását.

A Markov döntési folyamatok sorozatát részfolyamatnak nevezzük a HMF-en belül, amelyet szintén egy Markov döntési folyamatba ágyaztunk be, amelyet pedig a alapfolyamatnak nevezünk. Az alapfolyamat lehetséges állapotai meghatározzák a részfolyamatok állapotait. Az alapfolyamat állapotai adott tulajdonságaira vonatkoznak, amelyek az állatok között változnak, de ugyanazon állatra vonatkozóan konstansnak tekinthetők a vizsgálat ideje alatt (pl. genetikai helyzet, tartásmód, stb.). Azok a tényezők, amelyek az idő függvényében változhatnak, a részfolyamatok állapotváltozóiként szerepelnek a modellben. Minden részfolyamat véges számú időszakokból (stages) áll (ezek lehetnek például az állat életének különböző életszakaszai). Az alapfolyamat állapotaiból származó hozamot a részfolyamatokból származó hozam határozza meg. A modellezett szituációtól függően a HMF úgy határozza meg az optimális döntési stratégiát, hogy egy megfelelő, előre definiált függvényt maximalizál. Lehetőség van a fialásonkénti átlagos jövedelem, vagy az átlagos jövedelem/malac vagy az átlagos elvart teljes diszkontált jövedelem kiszámítására is.

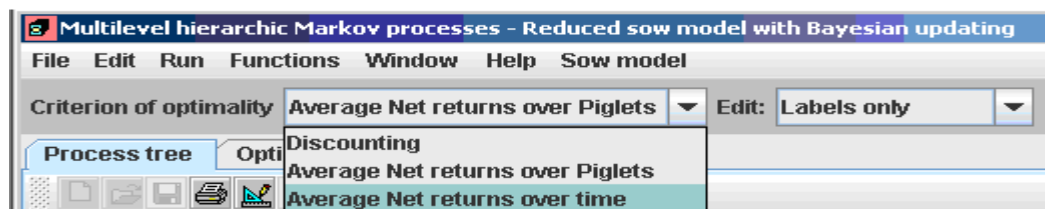
### 4. Eredmények

A HMF-eket modellező programot Kristensen dán professzor készítette el (Kristensen, 1996). A program egy saját fejlesztőfelületet kínál fel (1. ábra), amelyben tetszőlegesen szerkeszthetünk folyamatokat, alfolyamatokat, állapotokat, de beépített modellek is rendelkezésünkre állnak. A tanulmányunkban egy ilyen beépített modellt (az ún. koca modell) ismertetünk, amelyek állatok életét szimulálják. A kocák esetén a megoldandó probléma a termékenyítés kérdése. Ha termékenyítettünk egy állatot, akkor az állat a következő állapotokba kerülhet: az állat vemhes lehet, meddő maradhat vagy megbetegedhet (1. ábra). A 3 állapotnak megfelelően döntünk a sorsáról, és minden egyes döntés következtében a ciklus a következő időszakban a megfelelő állapotba adott valószínűséggel kerül. Ezen valószínűségek becslése egyéb eljárásokkal az alapadatok alapján történik. Például ha 1-szer termékenyítjük az állatot, akkor 0,887 valószínűséggel vemhesül a következő időszakasz alatt (1. ábra). A valószínűségeket előre definiált eloszlások szerint is megadhatjuk. Egyéb értékeket is be kell állítanunk az optimalizáció sikere érdekében, például a várt nettó jövedelmet az adott döntés esetén, született malacok száma, kocasüldők száma, alomszám, fialások száma stb...).



Matings: terhesség, Gestation: terhesség, Suckling: szoptatás, Infertile: medve, Diseased: megbetegedett, Pregnant: terhes, Farrow: fialás, fialások száma; Farrowing: fialás; Litters: almonagság; Gilts: kocasüldők száma; Piglets: malacsám, Net returns: Nettó jövedelem; Select Distribution: eloszlás választó (normális, Binomiális, Poisson, stb...)

1. ábra. A kocák termékenyítésének modellje



2. ábra. Az alkalmazható optimalizálási kritériumok

A 2. ábra az alkalmazható hozam függvényeket, vagyis az optimalizálás kritériumait tünteti fel. A discounting a már bemutatott Hozam2 függvény, a másik két kritérium a Hozam4 (Average Net returns over Piglets) és Hozam3 (Average Net returns over time) függvény.

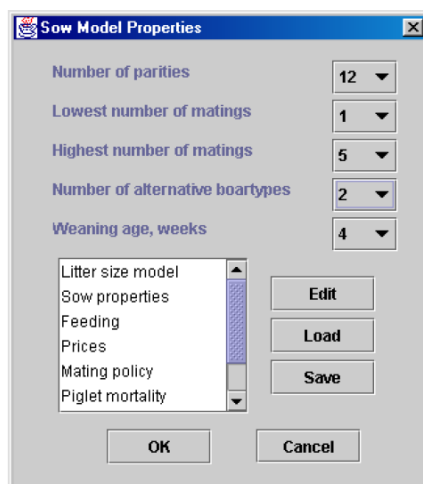
Level	Founder state	Founder action	Level 1 stage	Level 1 state	Level 1 action	Level 2 stage	Level 2 state	Level 2 action	Value
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	62 736,355
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	63 508,512
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	62 952,688
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	63 740,094
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	63 169,535
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	63 975,039
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	63 386,891
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	64 217,02
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	63 604,754
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	64 435,398
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Replace	63 823,133
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Diseased	Replace	59 738,316
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Mating	Healthy	Allow 1 mati...	60 789,465
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Mating	Healthy	Allow 2 mati...	60 876,891
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Mating	Healthy	Allow 3 mati...	60 885,59
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Mating	Healthy	Allow 4 mati...	60 886,465
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Mating	Diseased	Replace	59 738,316
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Gestation	Pregnant	Keep	61 287,316
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Gestation	Infertile	Replace	60 064,656
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Gestation	Diseased	Replace	59 738,316
Child level 2	Present sow	Keep	Parity 2	Temporary p...	Keep	Suckling	Present litter...	Keep	60 124,84

\* (az elnevezések jelentését lásd az 1. ábra alatt)

### 3. ábra. Az optimális döntések sorozata és az elérhető jövedelem\*

Az optimalizálás eredménye a 3. ábrán látható, a program megadja az alkalmazandó stratégiát (tartsuk-e meg az állatot, vagy ne, hány termékenyítésben vegyen részt, stb.), és a kapcsolódó relatív hasznosságokat, ha adott döntést hozunk szemben egy másikkal.

A következőkben bemutatjuk a „Koca modell” paramétereinek beállítási lehetőségeit és a szimuláció eredményeit. Az alapparaméterek az eredeti biológiai modellből származnak (Kristensen, 2004b).



### 4. ábra. A koca modell paramétereinek beállítása

A 4. ábra mutatja, hogy milyen paramétereket kell beállítani az optimalizálás előtt. Elsőként a várható fialások számát kell megadni (number of parities). Majd az egy fialásra jutó termékenyítések minimális és maximális értékét (lowest and highest number of matings) állítjuk be. Meg kell adni a felhasznált kanok (alternative boartypes) számát is és a szoptatás idejét hetekben (weaning age, weeks).

Parameter	Value
Mean curve, exp. scale [theta_1]	3,5290000439
Mean curve, gaussian parameter [theta_2]	0,1030000001
Mean curve, linear intercept [theta_3]	14,7609996796
Mean curve, persistency [theta_4]	0,3750000000
Standard deviation, stat. proc. [sigma]	1,5609999895
Standard deviation, random term [tau]	2,4790000916
Discount factor, correlation [alpha]	0,1089999974
Number of production potential classes	21,0000000000
Lowest class for litter size	0,0000000000
Highest class for litter size	19,0000000000

5. ábra. Az alomnagyságát meghatározó modell paramétereinek beállítása

Az 5. ábrán az első négy paraméter a különböző eloszlások átlagait határozza meg, míg a következő kettő a szórásokat definiálja. A 7. sorban a diszkontálási tényezőt lehet beállítani. Az utolsó három sor a technikai környezet és a modell szerkezetének változtatását teszi lehetővé (például itt állíthatjuk be az alomszám alsó és felső határát).

Parameter	Value
Sow weight, parity 1	157,00000000
Sow weight, parity 2	161,00000000
Sow weight, parity 3	205,00000000
Sow weight, parity 4	219,00000000
Sow weight, parity 5	236,00000000
Sow weight, parity 6	252,00000000
Sow weight, parity 7	259,00000000
Sow weight, parity 8	267,00000000
Sow weight, parity 9	270,00000000
Sow weight, parity 10	270,00000000
Sow weight, parity 11	270,00000000
Sow weight, parity 12	270,00000000
Sow weight, parity 13	270,00000000
Sow weight, parity 14	270,00000000
Sow weight, parity 15	270,00000000
Sow weight, parity 16	270,00000000
Drop-out, parity 0, constant [beta_0]	-3,720200618
Drop-out, parity 0, litter size effect [beta_1]	0,00000000
Drop-out, parity 0, square of litter size [beta_2]	0,00000000
Drop-out, parity 1, constant [beta_0]	-2,648499657
Drop-out, parity 1, litter size effect [beta_1]	0,00000000
Drop-out, parity 1, square of litter size [beta_2]	0,00000000
Drop-out, parity 2, constant [beta_0]	-0,337189886
Drop-out, parity 2, litter size effect [beta_1]	-0,368499902
Drop-out, parity 2, square of litter size [beta_2]	0,013700000
Drop-out, parity 3, constant [beta_0]	2,620600193
Drop-out, parity 3, litter size effect [beta_1]	-0,533399991
Drop-out, parity 3, square of litter size [beta_2]	0,013700000
Drop-out, parity 4, constant [beta_0]	2,620600183
Drop-out, parity 4, litter size effect [beta_1]	-0,533399991

6. ábra. A koca paramétereinek beállítása

A 6. ábrán a koca különböző jellemzőinek a beállítását mutatjuk be. Az adatok első csoportja a koca testtömegének (sow weight) az alakulását mutatja a különböző fialások (parities) esetében egy standard görbe alapján. A többi adat a nem tervezett selejtezésekre vonatkozik. A különböző fialásokhoz adhatók meg beállítási paraméterek (konstans, alomnagyság hatása, alomnagyság hatás négyzete), amelyek szükségesek az alkalmazott selejtezési függvények kiszámításához. A modellezés során valójában sok fialási paramétert összevon a modell és azokkal kalkulálja a végeredményt.



Parameter	Value
Daily feed intake, mating period	3,75000000
Daily feed intake, pregnancy, week 1-4	2,400000954
Daily feed intake, pregnancy, week 5-12	2,400000954
Daily feed intake, pregnancy, week 13-16	3,50000000
Daily feed intake, pregnancy, last days	2,25000000
Piglet feed intake per piglet, 3rd week	0,029999993
Piglet feed intake per piglet, 4th week	0,119999973
Piglet feed intake per piglet, 5th week	0,600000238
Ad libitum feed intake, constant term [c0]	2,1919999123
Ad libitum feed intake, regression on parity [c1]	0,296999903
Ad libitum feed intake, regression on squared parity [c2]	-0,021999999
Ad libitum feed intake, regression on piglets [c3]	0,224000069
Ad libitum feed intake, regression on squared piglets [c4]	-0,008000004
Ad libitum feed intake, regression on weight gain [c5]	-0,007000002
Ad libitum feed intake, regression on weaning age [c6]	0,014999997

7. ábra. A takarmány fogyasztás paramétereinek beállítása

A 7. ábrán a vemhesség és a szoptatás alatti takarmányfogyasztás (Daily feed intake) paramétereinek beállítását mutatjuk be. Külön lehet megadni a termékenyítés idejére és a vemhesség 4 eltérő időszakára a napi takarmány fogyasztás adatait. A malacok 3. – 5. heti takarmány felvételét is be tudjuk állítani. Az ad-libitum takarmányozás (Ad libitum feed intake) regressziós paramétereit is itt tudjuk definiálni  $c_0 - c_6$ -ig (a fialások számát (parity), a fialások számának négyzetét, a malacszámot (piglets), a malacok számának négyzetét, a tömeggyarapodást (weight gain), a választási kort (weaning age)).

Parameter	Value
Feed price, mating period	1,2999999523
Feed price, gestation period	1,2999999523
Feed price, suckling period	1,2999999523
Feed price, piglet feed	2,7999999523
Basic price per piglet sold	249,00000000
Price of replacement gilt	1704,00000000
Price per kg, old sow	6,0100002289
Reduction factor, diseased sows	0,6999999881

8. ábra. A különböző árak rögzítése

A 8. ábra az árak paramétereinek beállítását mutatja. A koca takarmányának árai (feed price) megadhatók a különböző időszakokra (termékenyítés, vemhesség, szoptatás) és a malactáp (piglet feed) ára is itt rögzíthető. Beállítható a malacár (basic price per piglet sold), a tenyészsüldő ára (replacement gilt), a selejtkoca ár (old sow) és a betegkoca (diseased sow) csökkentett értéke.

Parameter	Value
Basic conception rate	0,9169999957
Fixed price of mating	0,000000000
Relative parity effect of conception rate, parity 1	0,9670000076
Relative parity effect of conception rate, parity 2	0,9739999771
Relative parity effect of conception rate, parity 3	0,9909999967
Relative parity effect of conception rate, parity 4	1,000000000
Relative parity effect of conception rate, parity 5	0,9990000129
Relative parity effect of conception rate, parity 6	0,9710000157
Relative parity effect of conception rate, parity 7	0,9860000014
Relative parity effect of conception rate, parity 8	0,9200000167
Relative parity effect of conception rate, parity 9	0,8719999790
Relative parity effect of conception rate, parity 10	0,8719999790
Relative parity effect of conception rate, parity 11	0,8719999790
Relative parity effect of conception rate, parity 12	0,8719999790
Relative parity effect of conception rate, parity 13	0,8719999790
Relative parity effect of conception rate, parity 14	0,8719999790
Relative parity effect of conception rate, parity 15	0,8719999790
Relative parity effect of conception rate, parity 16	0,8719999790
Effect of remating 0 on conception rate	-0,000000000
Effect of remating 1 on conception rate	-0,0299999993
Effect of remating 2 on conception rate	-0,0599999987
Effect of remating 3 on conception rate	-0,0900000036
Effect of remating 4 on conception rate	-0,1199999973

9. ábra. A termékenyítés paramétereinek beállítása

A 9. ábrán a termékenyítés paramétereit mutatjuk be. Minden fialásnál külön – külön megadhatók az értékek. A termékenyítési arányt (conception rate) az alaparánytól (basic conception rate) és a fialástól függő relatívhatásként (relative parity effect) határozzuk meg. A termékenyítés költségénél változatlan árral kalkulálunk. A tényleges termékenyítési arányt úgy számoljuk ki az  $n$ -ik fialásnál, hogy az alaptermékenyítési rátát megszorozzuk az  $n$ -ik fialás relatív hatásával. A visszaivarzó állatok ismételt termékenyítésének költségeit is figyelembe tudjuk venni 4 újratermékenyítésig (remating).

Parameter	Value
Piglet mortality, first parity	0,1679999977
Piglet mortality, other parities	0,2329999954

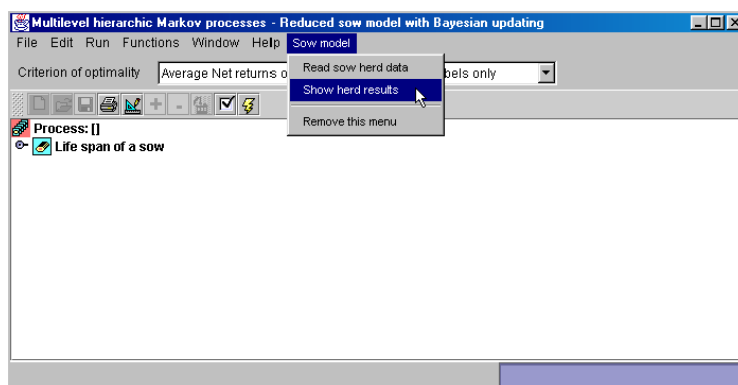
10. ábra. A malacok elhullásának alakulása az első és a későbbi fialások során

A 10. ábrán bemutatjuk a malacok elhullásának (piglet mortality) alakulását az első és a későbbi fialások során.

The screenshot shows the main menu of the 'Reduced sow model with Bayesian updating'. The menu includes options like 'File', 'Edit', 'Run', 'Functions', 'Window', and 'Help'. A dropdown menu is open under 'Sow model', showing options: 'Read sow herd data', 'Show herd results', and 'Remove this menu'. The 'Criterion of optimality' is set to 'Average Net returns'. The 'Process' is set to 'Life span of a sow'.

11. ábra. A „Koca modell” főmenüje.

A 11. ábrán látható a „Koca modell” főmenü, amelyből egy már létező koca állomány adatait nyithatjuk meg a programban. Így tudjuk gyorsan beolvasztani a már meglévő adatainkat.



**12. ábra.** A „Koca modell” főmenüje az állomány eredményeivel

A „Koca modell” főmenüből lehetőség van arra is, hogy egy már korábbi vizsgálat elmentett eredményeit (Read sow herd data) megnyissuk (12. ábra). Így lehetővé válik a már megoldott eredmények szakmai vizsgálata.

Sow number	Parity	Previous litter size potential	Litter size	Updated litter size potential	Retention pay-off	Max. number of matings
126	7	6	11	-1	22,798	1
150	7	3	14	3	44,015	1
163	7	9	17	8	98,658	2
167	7	-2	13	1	29,647	1
172	6	2	11	-2	14,292	1
176	7	-4	12	-1	15,72	1
194	6	3	14	3	57,905	2
196	6	-1	7	-7	-33,992	1
198	6	4	14	3	57,905	2
200	6	5	19	8	120,507	2
202	6	2	14	3	57,905	2
203	6	7	13	2	48,873	2

**13. ábra.** Az optimális döntések sorozata és az elérhető jövedelem az állomány minden kocájára kiszámítva

A 13. ábrán látható, hogy a szimulált telep összes kocájára érték iterációval kiszámítottuk az elérhető jövedelmet (Average Net returns over time) és a kocánkénti döntések sorozatát. Minden egyes kocának meg van az azonosítója (sow number), fialásainak a száma (parity), a lehetséges alomszáma (previous litter size potential), az utolsó alom mérete (litter size). Látható továbbá a potenciális alomszám értéke úgy, hogy figyelembe vettük a legutolsó alom nagyságát (updated litter size potential), a koca termelésben tartásának jövőbeli jövedelmezősége (retention pay-off), a vemhesítések számának maximuma (maximum number of matings) mielőtt a kocát termékenységi zavarok miatt selejtezni kellene. A legérdekesebb információ az elérhető jövedelem (retention pay-off), amelyet tekinthetünk gazdasági indexnek is, ami a koca sokféle termelési tulajdonságából alakult ki. A negatív érték azt jelenti, hogy célszerű lenne a koca selejtezése. A pozitív szám azt jelzi, hogy a kocát érdemes a termelésben tartani. A numerikus érték azt mutatja, hogy a költségek eltérnek az optimális értékektől.

## Hivatkozások

Barbour, A. 2004. Bioinformatik II, Probability and Statistic, Markov chains, <http://www.math.unizh.ch/~schumi/bioinf2.html>

Bellman, R. E. 1957. Dynamic Programming. Princeton: Princeton University Press.

- Bellman, R. E. 1961. Adaptive control process: a guide tour. Princeton: Princeton University Press.
- Bellman, R. E. and Dreyfus, S. E. 1962. Applied dynamic programming. Princeton: Princeton University Press.
- Bellman, R. E. and Kalaba, R. 1965. Dynamic programming and modern control theory. New York: Academic Press.
- Hadley, G. 1964: Nonlinear and dynamic programming. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Houben, E. H. P., R. B. M. Huirne, A. A. Dijkhuizen, and A. R. Kristensen. 1994. Optimal replacement of mastitis cows determined by a hierarchic Markov process. *Journal of Dairy Science* 77: 2975-2993.
- Howard, R. A. 1960. Dynamic programming and Markov Process. Cambridge, Massachusetts: The M.I.T. Press.
- Howard, R.A. 1971. Dynamic probabilistic systems. Volume II: Semi-Markov and decision process. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Jewell, W. 1963. Markov renewal programming I and II. *Operations Research* 11: 938-971.
- Kennedy, J. O. S. 1981. Applications of dynamic programming to agriculture, forestry and fisheries: Review and prognosis. *Review of Marketing and Agricultural Economics* 49: 141-173.
- Kristensen, A. R. 2004a. A sow replacement model using Bayesian up-dating in a 3-level Hierarchic Markov process: II. Optimization model. *Livestock Production Science* 87(1): 25-36.
- Kristensen, A. R. 2004b. A sow replacement model using Bayesian up-dating in a 3-level Hierarchic Markov process: I. Biological model. *Livestock Production Science* 87(1): 13-24.
- Kristensen, A. R., 1996. Herd management: Dynamic programming/Markov decision processes, *Dina Notat* No. 49.
- Kristensen, A.R. 1991. Maximization of net revenue per unit of physical output in Markov decision processes. *European Review of Agricultural Economics* 18: 231-244.
- Kristensen, A.R. and Jorgensen, E. 1995. Applicational perspectives of recent developments in dynamic programming methods for herd management support. *Dina Notat* No. 33.
- Ross, S. M. 1970. Applied probability models with optimization applications. San Francisco, California: Holden-Day.
- Wal, J., and Wessels, J. 1985. Markov Decision Processes. *Statistica Neerlandica* 39(2): 219-233.
- White, C.C., and White, D.J. 1989. Markov decision process. *European Journal of Operational Research* 39: 1-16.

## 4Mx talaj-növény modell: alkalmazások, lehetőségek és kihívások

*4Mx Soil-Plant Model: Applications, Opportunities and Challenges*Fodor Nándor<sup>1</sup>

## INFO

Received 29 Nov 2012

Accepted 15 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

**Keywords:**modell, determinisztikus, education,  
research, decision support

## ABSTRACT

Crop simulation models describe the main processes of the soil-plant system in a dynamic way usually in a daily time-step. With the help of these models we may monitor the soil- and plant-related processes of the simulated system as they evolve according to the atmospheric and environmental conditions. Crop models could be successfully applied in the following areas: (1) Education: by promoting the system-oriented thinking a comprehensive overview of the interrelations of the soil-plant system as well as of the environmental protection related aspects of the human activities could be presented. (2) Research: The results of observations as well as of experiments could be extrapolated in time and space, thus, for example, the possible effects of the global climate change could be estimated. (3) Practice: Model calculations could be used in intelligent irrigation control and decision supporting systems as well as for providing scientific background for policy makers. The most spectacular feature of the 4Mx crop model is that its graphical user interface enables the user to alter not only the parameters of the model but the function types of its governing equations as well. The applicability of the 4Mx model is presented via several case-studies.

## ÖSSZEFOGLALÓ

## INFO

Beérkezés 2012. Nov. 29.

Elfogadás 2012. Dec. 15.

On-line elérés 2012. Dec. 28.

Felelős szerkesztő: Rajkai K

**Kulcsszavak:**modell, determinisztikus,  
oktatás, kutatás,  
döntéstámogatás

A szimulációs növénytermesztési modellek a talaj-növény rendszer főbb folyamatait dinamikusan, általában napi léptékben, írják le. Segítségükkel folyamatos képet kaphatunk a meteorológiai/környezeti feltételek mellett a talajban és a növényben lejátszódó folyamatok alakulásáról. A szimulációs növénytermesztési modellek eredményesen használhatók az alábbi területeken: (1) Oktatás: A rendszerszemléletű gondolkodást előtérbe helyezve mutathatók be a talaj-növény rendszer sokrétű kölcsönhatásban lévő folyamatai és az emberi beavatkozások környezetvédelmi vonatkozásai. (2) Kutatás: Kísérletek és megfigyelések térbeli illetve időbeni kiterjesztése, többek között a globális klímaváltozás várható hatásainak feltérképezése. (3) Gyakorlat: Intelligens öntözésvezérlés illetve döntéstámogató rendszerek háttérszámításainak végrehajtása. Jogszabályalkotás szakmai háttérének biztosítása. A 4Mx szimulációs növénytermesztési modell különlegessége, hogy a működését szabályozó paraméterek értékén túl a szimulált folyamatokat leíró függvények típusának változtatására is lehetőséget kínál a felhasználói felülete. A 4Mx modell alkalmazhatóságát néhány esettanulmányon keresztül mutatjuk be.

## 1. Bevezetés

A világegyetemben megfigyelhető objektumok illetve jelenségek (összefoglalóan: valóság-elemek) többsége olyannyira bonyolult, hogy felfogásuk, áttekintésük illetve megértésük elképzelhetetlen valamilyen mértékű absztrakció nélkül. Az absztrakció során a szóban forgó valóság-elemet egy felépítésében és/vagy működésében hasonló, de egyszerűbb modellel helyettesítjük (Rosenbluth and Wiener, 1945). Ennél fogva a modellek fontos szerepet játszanak a tudományos megismerésben.

Azokat a modelleket, ahol az egyes folyamatokat leíró tudományos összefüggések egységes és működő rendszerbe kerülnek, és amelyekben a folyamatok időbeli és oksági kapcsolatai is leírásra kerülnek, szimulációs modellnek nevezzük. Ez komoly előrelépést jelent a sztochasztikus modellekhez képest, amelyek csupán a rendszer bemenő és kimenő változói közötti statisztikus kapcsolatot

<sup>1</sup> Fodor NándorMTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet  
fodor.nandor@agrar.mta.hu

fogalmazzák meg. Elsősorban ennek köszönhető, hogy a szimulációs modellek magyarázó ereje felülmúlja a sztochasztikus modellekét. A szimulációs növénytermesztési modellek közvetlen célja az, hogy az igen bonyolult talaj-növény rendszer folyamatait, beleértve az emberi tevékenységet is, matematikai eszközökkel leírják, és számítógép segítségével szimulálják. A végső cél azonban az, hogy ezen modellek felhasználásával olyan kérdésekre kapjunk választ, amelyeket egyébként csak drága, időigényes esetleg kivitelezhetetlen kísérletek illetve megfigyelések segítségével kaphatnánk meg.

A rendszerszemléletű modellezés Forrester (1968) és Meadow (1972) munkáihoz nyúlik vissza. A gyakorlati szántóföldi növénytermesztést szolgáló rendszermodellezés az 1980-as években született meg az Amerikai Egyesült Államokban (Ritchie, 1985; Jones and Kiniry, 1986) Európában inkább elméleti megközelítésből, de lényegében hasonló felépítésű rendszermodell lett a fejlesztés eredménye (Diepen et al., 1989). Hazánkban kiemelendő Harnos (1985), Kovács (1995), Rajkai (2001), Huzsvai (2006) és Farkas et al. (2005) munkája, akik saját fejlesztésű vagy külföldi modellek adaptálásával igyekeztek modellezni a talaj-növény rendszer egészének vagy főbb részeinek működését.

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Intézetében az 1990-es évek elejétől használjuk a DSSAT szoftvercsomagba tartozó CERES és CROPGRO növénytermesztési modelleszaládot. Több tanulmány igazolja, hogy ezek a modellek sikeresen használhatók a kutatásban és gyakorlati problémák megoldásában is (Kovács et al., 1995; Jamieson et al., 1998). Az egyre gyarapodó kísérleti eredmények azonban szükségessé teszik ezen modellek fejlesztését is, amely bár elvileg kivitelezhető, hiszen a forráskódok hozzáférhetők, a DSSAT fejlesztőcsapat még sem támogatja független/külső csoportok fejlesztési kezdeményezéseit. Ennek okán, magyar kutatók egy kis csoportja (Magyar Mezőgazdasági Modellezők Műhelye: 4M) 2000-ben hozzákezdett egy hazai fejlesztésű növénytermesztési modell megalkotásához. Az első változat még tulajdonképpen csak egy Delphi-ben programozott CERES klón volt (Fodor et al., 2002). Azóta azonban a 4M modell több új modullal és kiegészítő alkalmazással bővült és számottevő szerkezeti átalakításokon ment át. Jelen tanulmány célja a legújabb 4M modell (4Mx) működésének bemutatása és néhány, a modell segítségével elért eredmény ismertetése.

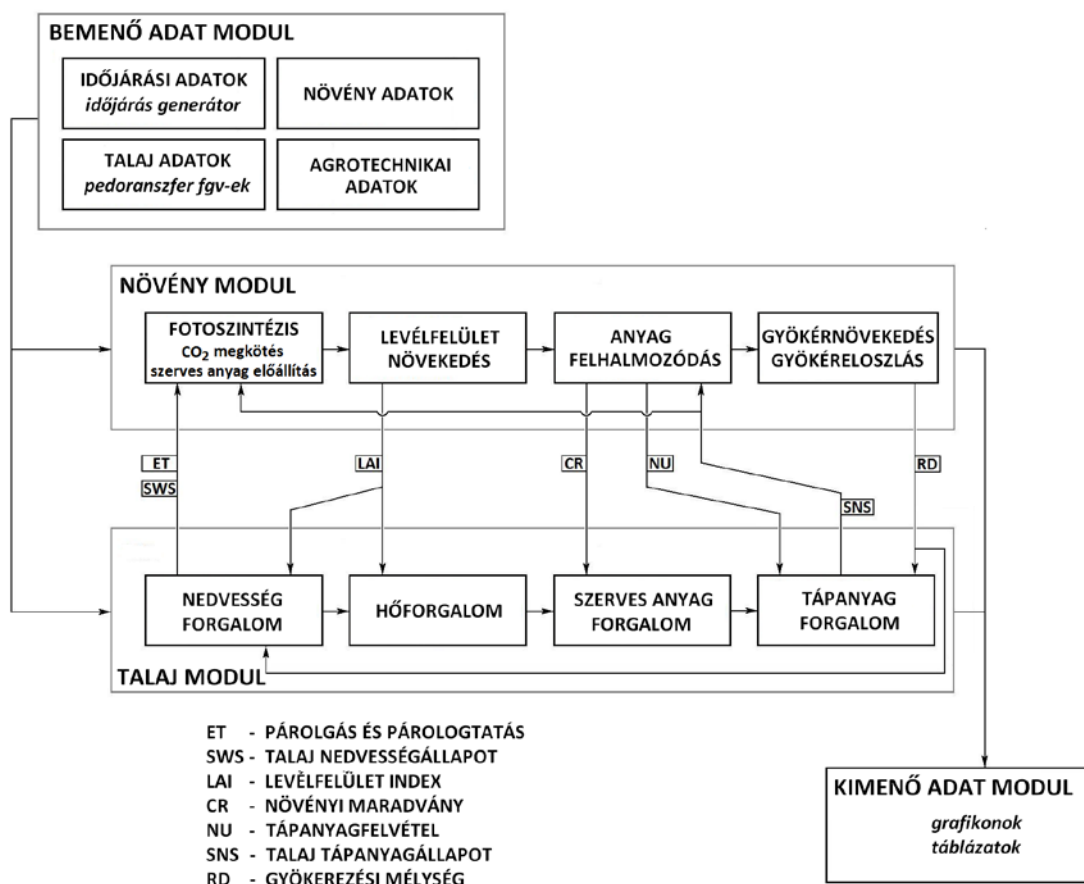
## 2. A 4Mx modell leírása

4Mx napi léptékű, determinisztikus modell, amely számításait a légkör-talaj-növény rendszer számszerű (paraméterek és változók) jellemzői határozzák meg. A paramétereken túl, amelyek a rendszer fizikai, kémiai és biológiai jellemzőit definiálják, a főbb változók kezdő-, perem- és kényszerfeltételeit is meg kell adni a modell számára. A bemenő adatok között szereplő paraméterek a modell függvényeit és egyenleteit szabályozzák: a növények fejlődését és növekedését illetve a talaj nedvesség-, hő- és tápanyagforgalmát. A kezdőfeltételek közül a talajszelvény egyes rétegeinek nedvesség- és tápanyagtartalma a legfontosabb. A peremfeltételek tulajdonképpen a napi meteorológiai adatok, de idetartozik a talajvíz mélysége is. A kényszerfeltételek tulajdonképpen az emberi beavatkozás számszerű kifejeződései: trágyázással, vetéssel, öntözéssel és betakarítással kapcsolatos adatok. A növényi fejlődés és növekedés mellett a modell a talajnedvesség-, hő és tápanyagforgalmát is szimulálja. Ez utóbbi magába foglalja a három fő tápelem (NPK) átalakulási és migrációs folyamatait, beleértve a nitrátlemosódást és az NO<sub>x</sub> típusú üvegház hatású gázok kibocsátásáért felelős denitrifikációt is (1. ábra).

A 4Mx szimulációs növénytermesztési modell különlegessége, hogy felhasználói felülete a működését szabályozó paraméterek értékén túl a szimulált folyamatokat leíró függvények típusának/képletének változtatására is lehetőséget ad, így elvben bármely növény szimulációjára alkalmassá tehető a forráskód manipulálása nélkül. Ezt a típust keretmodellnek hívják.

A növény fejlődése a hőmérséklettől függ, melyet hőidő (TT) formájában vesz figyelembe a modell. A hőidő a napi középhőmérséklet és a növénytől függő bázishőmérséklet különbsége, mértékegysége a hőfoknap (°Cd). A bázishőmérséklet az a hőmérséklet, amely alatt a növény már nem fejlődik. A fenológiai fázisok hosszát (hőfoknapban) a felhasználónak kell megadnia.





1. ábra. A 4Mx modell folyamatábrája.

A szervesanyag-képződést egy fény-anyag konverziós egyenlet [1] definiálja a modellben, amely fő paramétere a fényhasznosítási index (RUE). A napi asszimiláció mértéke (M) függ a beérkező globálisugárzás (R) mennyiségétől, a levélfelület indextől (LAI), az állománysűrűségtől (D), a hőmérsékleti ( $S_T$ ), vízhiány ( $S_W$ ) és nitrogénhiány ( $S_N$ ) stressz-faktorok minimumától és a légköri CO<sub>2</sub> koncentrációtól.

$$(1) \quad M = RUE \cdot \frac{R \cdot (1 - e^{-0.55 \cdot LAI})}{D} \cdot \min(S_T, S_W, S_N) \cdot f(CO_2)$$

Az (1) képlet egy tapasztalati képlet, amelynek bal- illetve jobboldalán szereplő változók egy növényre illetve egységnyi területre vonatkoznak. Az egységnyi területről egy növényre történő 'áttérést' az állománysűrűséggel történő osztás biztosítja.

A növényben keletkező anyag a növény 4 fő része (gyökér, levél, szár, termés) között kerül megosztásra. A megosztás arányai fejlődési szakaszonként változnak. Kukorica esetében például, korai szakaszban a friss anyag nagy része a gyökérbe és a levelekbe kerül, míg a fejlődés végén szinte kizárólag a termésbe.

A levelekbe kerülő anyagmennyiségből a levélfelület-növekmény kiszámítása a fajlagos levélfelülettel való szorzással történik. Ezen paraméter értéke is változik a növény fejlődése során. Minden levélfelület-rész kora, amely napról-napra hozzáadódik a teljes levélfelülethez, az aktuális napi hőidővel növekszik. Az a levélfelület-rész, amely kora meghaladja a 'levél élettartama' paraméter értékét elhal, és többé nem vesz részt a fotoszintézisben.

A lefelé történő gyökérnövekedés mértéke [2] a napi hőidő ( $TT_d$ ) illetve a vízhiány ( $S_W$ ) és nitrogénhiány ( $S_N$ ) stressz-faktorok minimumának függvénye. Az 'a' paraméter értéke változhat a növény fejlődése során. A gyökéreloszlás alakját a felhasználó állítja be.

$$(2) \quad RE = a \cdot TT_d \cdot \min(S_W, S_N)$$

A nedvességforgalmi modul az alábbi részfolyamatokat számítja: felszíni elfolyás, párolgás, párologtatás, lefelé illetve felfelé szivárgó víz mennyisége. A talajt egymás alatt elhelyezkedő víztartályok sorozataként modellezi, amelyeket 4 paraméterrel jellemez: maximális vízkapacitás ( $\Theta_{\max}$ ), szabadföldi vízkapacitás ( $\Theta_{fc}$ ), hervadás ponti vízkapacitás ( $\Theta_{wp}$ ) és hidraulikus vízvezetőképesség ( $K_s$ ). Ha a rétegbe érkező víz telíti a réteget ( $\Theta > \Theta_{\max}$ ), a víz felesleg visszatorlódik az eggyel fentebbi rétegbe és adott esetben a felszínre, ahol elfolyik. Ha a réteg nedvességtartalma ( $\Theta$ ) nagyobb, mint a szabadföldi vízkapacitás ( $\Theta_{\max} \geq \Theta > \Theta_{fc}$ ) a víz egy része ( $Q$ ) az eggyel lejjebbi rétegbe kerül [3].

$$(3) \quad Q = DC \cdot (\Theta - \Theta_{fc}) \cdot \Delta z$$

DC az ún. drénkonstans, amely a hidraulikus vízvezetőképességből származtatható az alábbi képlettel [4]  $\Delta z$  pedig a réteg vastagsága.

$$(4) \quad DC = 0,1122 K_s^{0,339}$$

Ha a réteg nedvességtartalma nem éri el a szabadföldi vízkapacitást ( $\Theta_{fc} \geq \Theta > \Theta_{wp}$ ) nincs lefelé történő vízmozgás, habár a réteg nedvességtartalma csökkenhet a növényi vízfelvételnek köszönhetően. Amennyiben a réteg nedvességtartalma a hervadás ponti vízkapacitás értéke alá csökken a növényi vízfelvétel is megszűnik.

Adott mélységben ( $x$ ) az aktuális talajhőmérséklet ( $T_{soil}$ ) kiszámításakor a modell figyelembe veszi, hogy a sugárzó energia a talaj felszínét éri és a hőnek időre van szüksége ahhoz, hogy mélyebb rétegekbe is eljusson, miközben egy része elnyelődik. A felszínre érő energia hatása nagyobb mélységekben késleltetve és gyengítve jelentkezik. A késleltetés és a gyengülés mértéke a feltalaj átlagos nedvességtartalmának ( $\Theta_{avg}$ ) és térfogattömegének ( $BD_{avg}$ ) függvénye. A modell feltételezi, hogy a talajfelszín hőmérsékletének szinuszos éves menete van, amelyet egy albedóból, a napi maximum és minimum hőmérsékletekből és a globálsugárzásból számított faktor ötnapos mozgó átlagával ( $F_{D5}$ ) módosít [5].

$$(5) \quad T_{soil}^i(x) = \left[ T_{avg} + \frac{T_d \cdot T_{amp} \cdot \cos\left(0,0174 \cdot (i - I) + x \cdot f_1(\Theta_{avg}, BD_{avg})\right)}{2} + F_{D5} \right] \cdot e^{x \cdot f_2(\Theta_{avg}, BD_{avg})}$$

$T_{avg}$  és  $T_{amp}$  a hely átlaghőmérsékletét és átlagos hőingását, míg  $i$  az év napját jelöli.  $I$  értéke az északi illetve déli féltekén 200 illetve 20.

A modell tápanyagforgalmi modulja egyszerű egyenletekkel írja le nitrogén mérleg be- és kimeneti oldalon szereplő tényezőit: légköri ülepedés, trágyázás, mineralizáció, nitrifikáció, immobilizáció, denitrifikáció, növényi felvétel és nitrátkimosódás. A légköri eredetű nitrogén mennyisége a csapadékmennyiség lineáris függvénye. A szerves és szervesetlen trágyából származó nitrogénformákat a modell eltérő módon kezeli. A mineralizáció üteme a talaj humusz- és nedvességtartalmának illetve hőmérsékletének függvénye. A talaj nedvességtartalma és hőmérséklete befolyásolják a nitrifikáció illetve denitrifikáció ütemét is, amelyek a talaj  $NH_4$  illetve  $NO_3$  tartalmának függvényei. A növényi nitrogén felvétel potenciális mértéke függ a talajban található gyökér mennyiségétől és egy talajnedvesség-függő faktortól. A tényleges nitrogénfelvétel függ a növény igényétől, amely az adott napon előállított anyag és a növény fajlagos nitrogéntartalmának szorzata. Az utóbbi a növény fenológiai fejlődése során változik. A nitrát-lemosódás mértéke arányos a talaj nitrát koncentrációjával és a gyökérzónát lefelé elhagyó víz mennyiségével. A modell szervesanyag-forgalmi (SOM) modulja Parton et al. (1987) munkáján alapszik.

### 3. Alkalmazási lehetőségek, akadályok és kisegítő modulok

A szimulációs növénytermesztési modellek, így a 4Mx is eredményesen használható az alábbi területeken: (1) Oktatás (az élet- föld-, és agrártudományok kurzusaiban): A rendszerszemléletű gondolkodást előtérbe helyezve mutathatók be a talaj-növény rendszer sokrétű kölcsönhatásban lévő folyamatai és az emberi beavatkozások környezetvédelmi vonatkozásai. (2) Kutatás: Kísérletek és megfigyelések térbeli illetve időbeni kiterjesztése, többek között a klímaváltozás várható hatásainak feltérképezése. (3) Gyakorlat: Intelligens öntözésvezérlés illetve döntéstámogató rendszerek háttérszámításainak végrehajtása. Jogszabályalkotás szakmai háttérének biztosítása. Az eredmények fejezetben mindhárom területről bemutatunk egy-egy példát.

A szimulációs növénytermesztési modellek használatának és fejlesztésének három fő akadálya van: (1) a modell szoftverének kötöttsége; (2) a modell hardverigénye és az (3) adathiány.

A szoftver kötöttségéről már szó esett a bevezetőben. A modellek felhasználói felületei csak néhány paraméter módosítására adnak lehetőséget. A többi paraméter a forráskódban van rögzítve, amely egy átlag felhasználó számára nem hozzáférhető. Például a CERES modellben a fényhasznosítási index (RUE) a kukorica esetében 4 g/MJ-ban van rögzítve, pedig a legfrissebb kísérleti adatok szerint a RUE értéke 3,5 és 4 között változik. A modellfejlesztők nem veszik szívesen, hogy az általuk készített szoftverbe, 'fejlesztésre' hivatkozva bárki belenyúljon. Ezért a modellek forráskódjai legtöbb esetben nem hozzáférhetők. A modellekről közzétett leírások pedig sok esetben nem egyértelműek vagy csak vázlatosak, amelyek a modell programjának elkészítését nem teszik lehetővé. Azokban az esetekben, amikor a forráskód nyitott, komoly informatikai ismeretek szükségesek a kívánt változtatások/fejlesztések végrehajtásához.

Egy átlagos kutató számára, a személyi számítógépek számítási képességei egészen a 2000-es évek elejéig nem tették lehetővé, hogy a modelleket olyan problémák (finom térbeli felbontású és/vagy hosszú idősoros esettanulmányok, paraméter-optimalizálás, stb.) megoldására használja, amelyek nagyszámú futást igényelnek (1. táblázat). Mivel a 4Mx un. keretmodell a futási ideje hosszabb, mint egy átlagos növénytermesztési modellé, hiszen a számítások elvégzése során a felhasználó által megadott függvényeket értelmeznie kell a számítógépnek. Egy teljes országra kiterjedő klímaváltozással kapcsolatos hatástanulmány során, ahol több száz meteorológiai cella és tucatnyi talajféleség illetve növényfajta kombinációjára 100 éves szimulációk átlageredményeire vagyunk kíváncsiak, még a leggyorsabb PC-knek is napokba telik az összes számítás elvégzése.

1. táblázat. Egy kukorica tenyészidőszak (5-6 hónap) végigszámolása valós időben

Processzor (Intel)	A processzor megjelenésének éve	Futási idő (CERES)	Futási idő (4Mx)
286	1982	10 óra	-
386	1985	7 perc	-
486	1989	4 perc	-
Pentium-I	1993	30 mp	-
Pentium-IV	2000	5 mp	27 mp
Core i7	2011	0,3 mp	1,5 mp

A három fő akadály közül az adathiány jelenti a legkomolyabb problémát. Megfelelő minőségű és mennyiségű adat nélkül a modellek kalibrációja és validációja nem kivitelezhető. Ezek nélkül pedig a modellek egy számítógépes játék szintjén maradnak. Teljes és homogén adatbázisokra van szükség ahhoz, hogy a modellek tesztelés során ki tudjuk szűrni a modellbe kódolt elméleti tudás gyengeségeit, hiányosságait. A teljes azt jelenti, hogy minden adatot, amelyre a modell kalibrálásához és validálásához szükség van, méréssel határozzuk meg. A homogén azt jelenti, hogy mindent a megfelelő helyen és időben, a megfelelő térbeli és időbeli léptékben mérünk. Ott és úgy mérünk, ahol és ahogy kell, amibe a műszerek rendszeres karbantartása is beletartozik. Régebben beállított és/vagy nem modellezők által beállított kísérletek adatbázisa esetében szinte kivétel nélkül az a helyzet, hogy egy vagy több kulcsfontosságú adat hiányzik a szimulációs modell alkalmazásához.

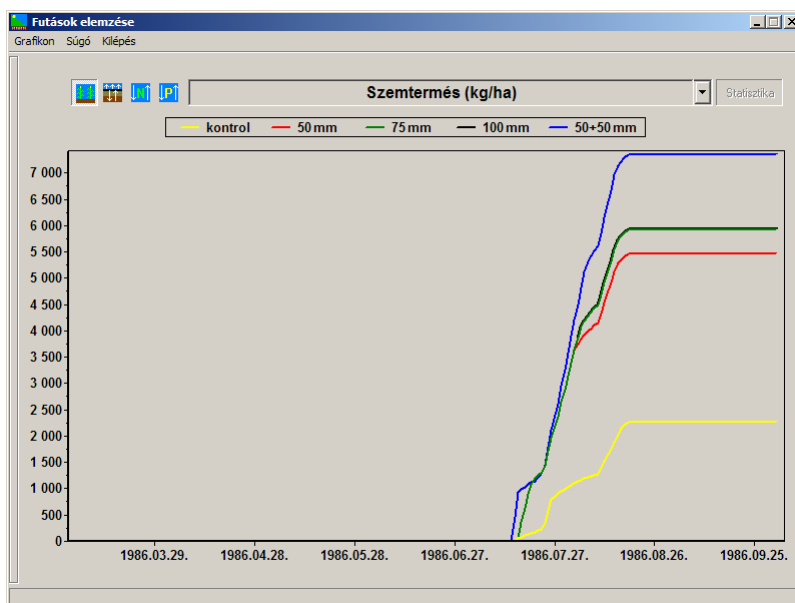
Az adathiány leküzdésének két lehetséges módja az adatpótlás és az adatgenerálás. Ennek megfelelően a 4Mx növénytermesztési modell szoftvercsomagban helyet kapott egy talaj-paraméterek becslésére alkalmas modul (Fodor és Rajkai, 2011), egy globálsugárzás-becslő eljárás (Fodor és Mika, 2011) és egy sztochasztikus időjárás-generátor (Fodor et al., 2010). A két meteorológiai vonatkozású eljárás egy nagy észak-amerikai adatbázison került tesztelésre kiváló eredménnyel. Ezekről rövid összefoglalót az Eredmények fejezetben adunk.

A 4Mx modell egyik legújabb felhasználási lehetőségét az MM5 mezo-skálájú meteorológiai modellel (Oncley and Dudhia, 1995) történő összekapcsolása jelenti. Ezáltal megvalósítható a talaj illetve a földhasználati viszonyok klímára gyakorolt hatásának vizsgálata is.

## 4. Eredmények

### 4.1. 4Mx az oktatásban

Az elmúlt 10 év során a 4M modellt a Debreceni Egyetemen, a Corvinus Egyetemen és az Eötvös Loránd Tudomány Egyetemen is bevezettük az oktatásba. Az elméleti felkészítés után, a diákok gyakorlati foglalkozások során próbálhatják ki a modellezésről szerzett ismereteiket. A gyakorlati foglalkozások végén nagy népszerűségnek örvend az ún. virtuális növénytermesztési verseny, melynek során egy adott talaj, év illetve növény adatait felhasználva kell a lehető legnagyobb termést elérni. A verseny során a társaság elég gyorsan két csapatra bomlik: (számítógépes szerepjáték hasonlaltal élve) a 'mágusok'-ra illetve 'technokraták'-ra. A 'mágusok' igyekeznek a klimatikus viszonyokat megváltoztatni a modell segítségével: több esőt juttatnak a növényeknek, megnövelik a légköri CO<sub>2</sub> koncentrációt, sőt egyesek még a sugárzás mennyiségét is megemelik. Őket természetesen figyelmeztetni kell a bolygónk Naphoz viszonyított helyzetéből adódó korlátokra. A 'technokraták' az agrotechnikai adatokat igyekeznek manipulálni. Számukra tanulságos tapasztalat például annak a megállapítása, hogy egy menetben fölösleges egy adott mennyiségnél több öntözővizet kijuttatni, a több víz nem eredményez terméstöbbletet (2. ábra).



2. ábra. Virtuális öntözési kísérlet eredménye a 4Mx modellben.

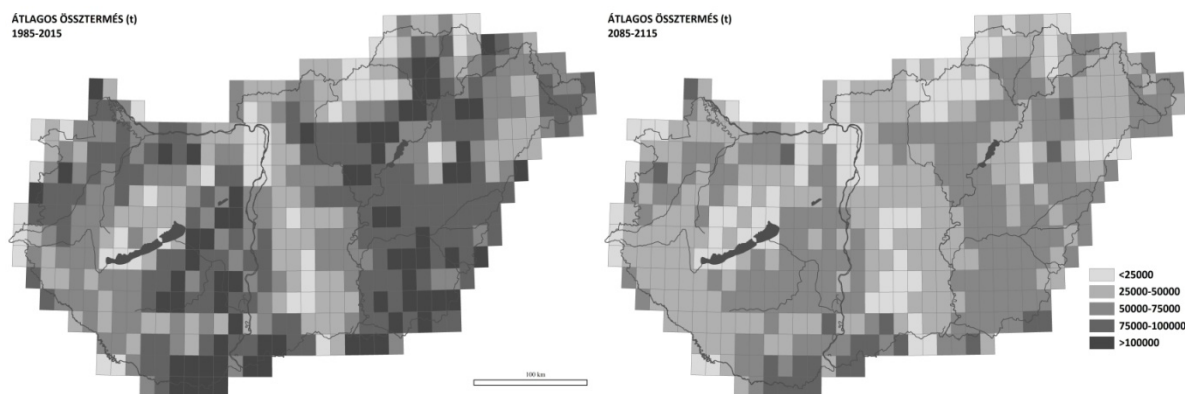
### 4.2. 4Mx a kutatásban

A szimulációs növénytermesztési modelleket előszeretettel használják klímaváltozással kapcsolatos hatástanulmányokban. Ilyenkor nagy kihívást jelent a modell inputigényének kielégítése illetve a modell előzetes validálása. Egy Magyarországra elvégzett hatástanulmány (Fodor et al., 2012) esetében a 4Mx bemenő adatait hazai adatbázisokból kiindulva, becselőeljárások illetve inverz





Fontos megjegyeznünk, hogy a klímával együtt várhatóan a termesztés-technológia is változáson megy majd keresztül, pl. valószínűleg előbbre tolódik a tavaszi vetésű növények vetésideje. Az agrotechnika várható változásait a modellezés során nem vettük figyelembe.



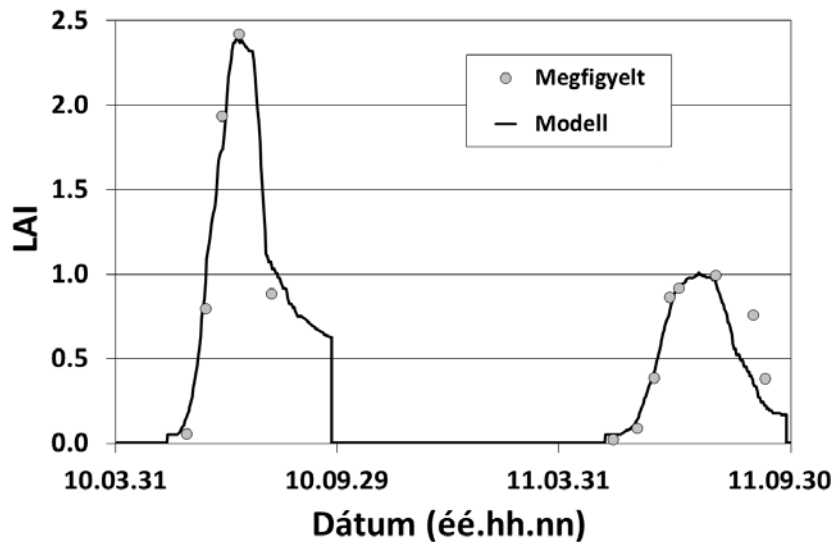
**5. ábra.** A 4Mx modell által számított jelenkori és jövőbeli, cellákra vonatkozó termésátlagok.

A hőmérséklet az egyik legfontosabb változó, melyet a talaj állapotának szimulációja során a modell nyomon követ. A talajhőmérséklet befolyásolja a csírázás sebességét, a növény növekedését, a tápanyagok felvételét, a talajlégzést, a talajpárolgást és a talajban lezajló fizikai, kémiai és biológiai folyamatok sebességét. Ennek ellenére a CERES és az utódjának tekinthető 4Mx modell talajhőmérséklet modulját, amely az empirikus modellek kategóriájába tartozik, még nem tesztelték hazai adatokon.

2010 márciusában egy agro-meteorológiai állomás kezdte meg működését az MTA ATK TAKI Őrbottyáni kísérleti telepén: összesen 8 parcellán, két kezelés (öntözött-nem öntözött; optimálisan trágyázott-nem trágyázott) két ismétlésben. A kísérlet indulásakor minden parcellán 3 ismétlésben talajfizikai és talajkémiai feltárást végeztünk. A 0-30, 30-60 és 60-90 cm mélységben található rétegekből származó bolygatatlan és bolygatott minták segítségével meghatározásra kerültek az alábbi talajjellemzők: térfogattömeg, humusztartalom, mechanikai összetétel, pF,  $K_s$ , pH, Arany-féle kötöttség,  $AL-P_2O_5$ ,  $AL-K_2O$ ,  $CaCO_3$ ,  $Mg_{KCl}$ , EDTA-Zn, EDTA-Cu és EDTA-Mn tartalom. Parcellánként 3 TECANAT béléscsővet helyeztünk el melyek segítségével 0-90 cm mélységben, TDR technikán alapuló precíziós talaj-nedvességmérést tudunk végezni. A béléscsőbe helyezhető TRIME-FM3 szenzorral, 10 cm-es felbontásban, 7-10 napos gyakorisággal mérjük a parcellák talajának nedvességtartalmát. Minden parcella közepén 5 db adatgyűjtős talajhőmérőt helyeztünk el, amelyek 15 perces gyakorisággal mérik a hőmérsékletet 5, 10, 20, 40 és 60 cm-es mélységben. A parcellák mellett felállítottunk egy meteorológiai állomást, amely 5 perces gyakorisággal rögzíti a sugárzás, szélsébség és -irány, léghőmérséklet és relatív páratartalom valamint a csapadék adatokat. Az elmúlt három évben kukorica növényvel folytak a megfigyelések. A növények magasságát, levélfelületét, főbb részeinek (levél, szár, termés) tömegét az eltávolított mintanövényeken végzett mérésekkel határoztuk meg, 7-10 napos gyakorisággal.

A 4Mx modell talajhőmérséklet modulját az Őrbottyáni megfigyelő állomás adatai segítségével teszteltük. Mivel minden modell által igényelt meteorológiai és talaj adat rendelkezésre állt a helyi mérések alapján, egyedül a növényi paramétereket kellett beállítani úgy, hogy a megfigyelt és számított LAI értékek a lehető legjobb egyezést mutassák (6. ábra). Azért választottuk a LAI-t a paraméteroptyimalizálás cél-változójának, mert a növényállomány fejlettsége döntő módon befolyásolja a talaj hőmérsékletének alakulását.

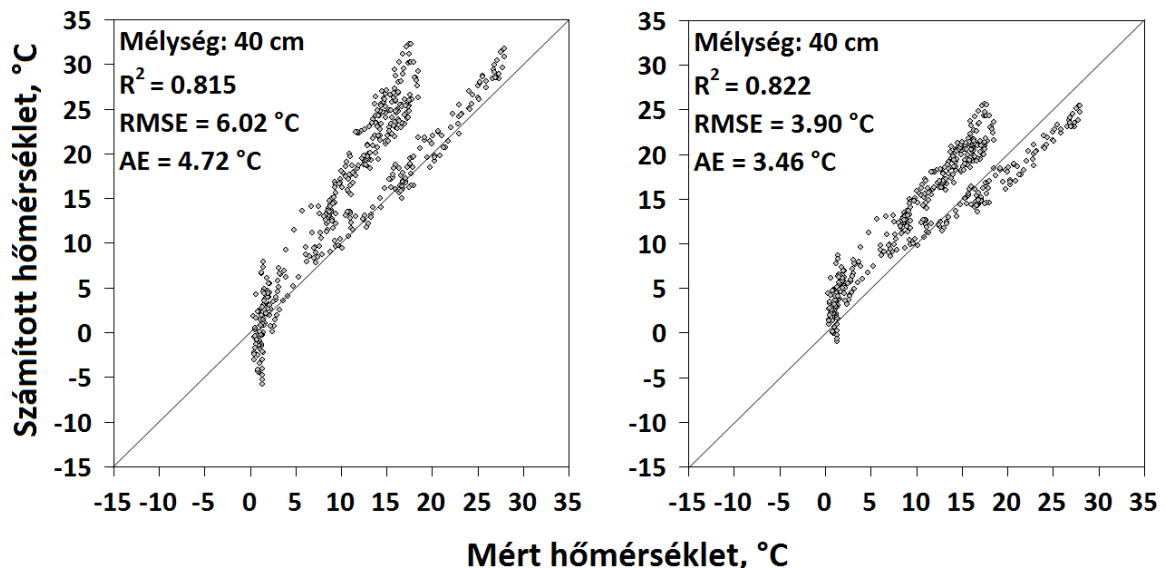




**6. ábra.** A levélfelület index időbeli alakulása az MTA ATK TAKI Őrbottyáni telephelyén beállított öntözési kísérlet egyik kontrol (nem trágyázott és nem öntözött) parcelláján.

Két év, két teljes tenyészidőszak adatai állnak rendelkezésre: 2010 és 2011. 2010-ben közel 2,5-szer több csapadék esett a kukorica tenyészidőszakában, mint 2011-ben (722 ill. 295 mm). Ennek megfelelően a levélfelület index szezonális alakulása lényegesen eltérő volt a két évben (6. ábra). A növényi paraméterek beállítása után összehasonlítottuk a modell által számított és a megfigyelt talajhőmérséklet értékeket. Az összehasonlítás során nyilvánvalóvá vált, hogy nagyobb mélységekben a modell jelentősen felülbecsli a hőmérsékletet. Egy korrekciós tényező beépítésével ('c' paraméter az [5] képletből származtatott [6] egyenletben) sikerült számottevően javítani a modell teljesítményén (7. ábra). Az új paraméter természetesen hozzáférhető a modell felhasználói felületén keresztül.

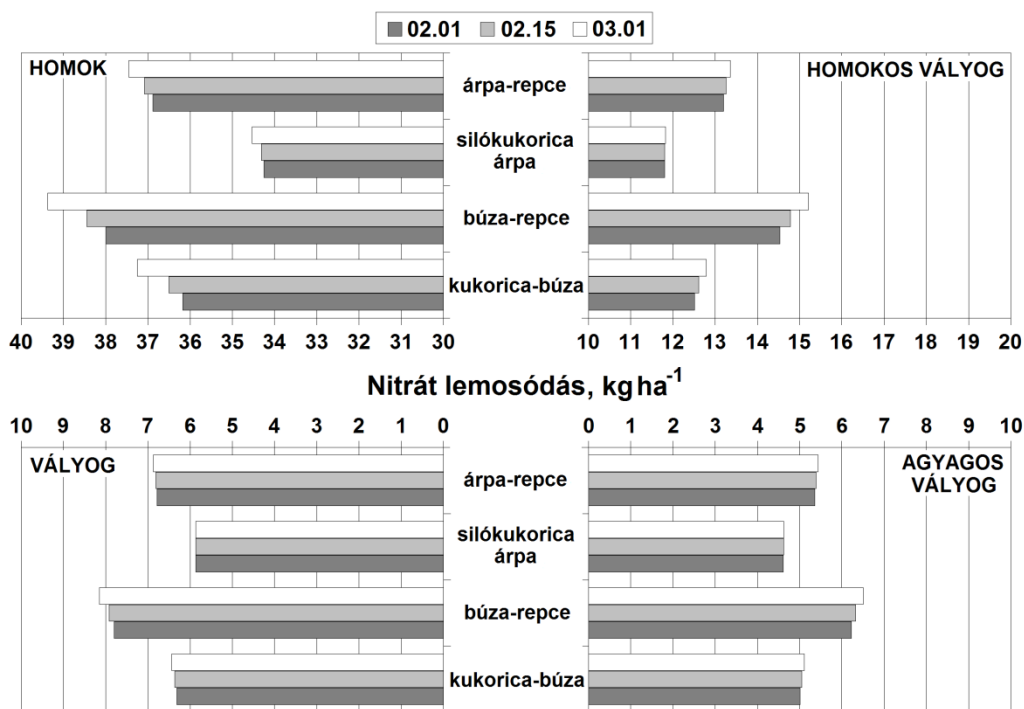
$$(6) \quad T_{\text{soil}}^i(x) = T_d \cdot e^{c \cdot x \cdot f_2(\Theta_{\text{avg}}^i, BD_{\text{avg}})}$$



**7. ábra.** Mért illetve a 4Mx modell eredeti (baloldali ábra) és módosított (jobboldali ábra) talajhőmérséklet modulja által számított értékek az MTA ATK TAKI agro-meteorológiai állomásának egyik parcelláján.

#### 4.3. 4Mx a gyakorlatban

Az EU szakemberei, minden tagállamban így hazánkban is, öt évente felülvizsgálják a Nitrát Rendelet (91/676/EEC) gyakorlati megvalósulását. Az összegyűjtött tapasztalatok alapján módosítási javaslatokat fogalmaznak meg a tagállamok számára a nitrátleemosódás kockázatának csökkentése érdekében. A legújabb, Magyarország számára megfogalmazott javaslat szerint meghosszabbítanák a téli trágyázási tilalmi időszakot. Jelenleg február 1-ig tart a tilalmi időszak, amelyet március 1-ig hosszabbítanának meg. Félő azonban, hogy az őszi vetésű növények tavaszi starter trágyázásának megkezdésében ez az egy hónapos 'kényszerű késlekedés' számottevő termés kieséshez vezethet. Ugyanakkor, ahogy az EU szakemberei érvelnek, minél hamarabb kerül ki a trágya tavasszal, annál nagyobb valószínűsége a nitrátleemosódásnak. A trágyázási tilalmi időszakra vonatkozó módosítási javaslat kapcsán az alábbi kérdés fogalmazható meg: A tavasszal korábban kijuttatott trágya valóban megnöveli-e a nitrátleemosódás kockázatát? A kérdés megválaszolására a 4Mx modellt használtuk fel. A modell bemenő adatait a 4.2. fejezetben vázolt módszerrel (3. ábra) állítottuk elő. Négy eltérő talajféleségen, négy különböző vetésforgó esetében vizsgáltuk a nitrátleemosódás mennyiségét attól függően, hogy a starter trágyázás dátuma február 1, február 15 vagy március 1 volt. A szimulációs eredmények szerint, talajféleségtől függetlenül, a későbbi starter trágyázás szignifikáns termés kieséshez vezetett, ugyanakkor a nitrátleemosódás mennyisége nem csökkent, sőt kis mértékben növekedett (8. ábra). Az, hogy kötöttebb talajokon kevesebb a nitrátleemosódás magától értetődő, hiszen ezek a talajok nagyobb víztartóképeséggel rendelkeznek, így bennük a gyökérszóna alá szivárgó víz és a benne szállított nitrát mennyisége is kevesebb. Koratavasszal az őszi vetésű növény gyökérzete intenzív növekedésbe kezd. Amennyiben az ehhez szükséges tápanyagokból hiány van a feltalajban (pl. késői trágyakihelyezés miatt) a növény növekedésében visszamarad, és tenyészidőszaka alatt kevesebb tápanyagot vesz fel, mint egyébként. Ebből következően több tápanyag marad vissza a talajban, amely megnöveli a lemosódás kockázatát. Ezek alapján a téli trágyázási tilalmi időszak meghosszabbítása környezetvédelmi szempontból sem indokolt.



8. ábra. Számított átlagos, évi nitrát lemosódás értékek 4 különböző vetésforgóban és talajféleségen annak függvényében, hogy a tavaszi első műtrágyázás mely napon (hh.nn) történt.

#### Köszönetnyilvánítás

Jelen tanulmány az OTKA K-81432 pályázat támogatásával készült.

## Hivatkozások

- Diepen, C. A., J. van Wolf, H. van Keulen 1989. WOFOST: a simulation model of crop production. *Soil Use and Management* 5: 16-24.
- Farkas, Cs., R. Randriamampianina, J. Majercak. 2005. Modelling impacts of different climate change scenarios on soil water regime of a Mollisol. *Cereal Research Communications* 33(1): 185-188.
- Fodor, N., G. Máthéné-Gáspár, K. Pokovai, G. J. Kovács. 2002. 4M - software package for modelling cropping systems. *European J. of Agr.* 18(3-4): 389-393.
- Fodor, N., I. Dobi, J. Mika, L. Szeidl. 2010. MV-WG: a new multi-variable weather generator. *Meteorology and Atmospheric Physics* 107: 91-101.
- Fodor, N., K. Rajkai. 2011. Computer program (SOILarium 1.0) for estimating the physical and hydrophysical properties of soils from other soil characteristics. *Agrokémia és Talajtan* 60: 27-40.
- Fodor, N., J. Mika. 2011. Using analogies from soil science for estimating solar radiation. *Agricultural and Forest Meteorology* 151: 78-85.
- Fodor, N., L. Pásztor, T. Németh. 2012. Coupling the 4M crop model with national geo-databases for assessing the effects of climate change on agro-ecological characteristics of Hungary. *International Journal of Digital Earth*, DOI:10.1080/17538947.2012.689998
- Forrester, J. W. 1968. Principles of systems. Cambridge, Mass., U.S.A.: Wright-Allen Press.
- Harnos, Zs. 1985. Az agroökológiai adottságok rendszerének matematikai modellezése. Doktori értekezés, Budapest
- Huzsvai, L. 2006. A kukorica potenciális termésének modellezése. In *Környezetkímélő növénytermesztés – minőségi termelés*, 80-92. J. Nagy, A. Dobos, eds. Debrecen.: Debreceni Egyetem ATC
- Jamieson, P. D., J. R. Porter, J. Goudriaan, J. T. Ritchie, H. van Keulen, W. Stol. 1998. A comparison of the models AFRCWHEAT2, CERES-Wheat, Sirius, SUCROS2, and SWHEAT with measurements from wheat grown under drought. *Field Crop Research* 55: 23-44.
- Jones, C. A., J. R. Kiniry. 1986. CERES-Maize: A simulation model of maize growth and development. Texas, U.S.A.: Texas A&M University Press
- Kovács, G. J. 1995. A CERES modell felhasználása szakterületünkön. *Agrokémia és Talajtan*. 44: 249-262.
- Kovács, G. J., T. Németh, J. T. Ritchie. 1995. Testing Simulation Models for the Assessment of Crop Production and Nitrate Leaching in Hungary. *Agricultural Systems* 49: 385-397.
- Meadow, D. L. 1972. The limits to growth. New York, U.S.A.: Universe Books
- Oncley, S. P., J. Dudhia. 1995. Evaluation of surface fluxes from MM5 using observations. *Mon. Wea. Rev.* 123: 3344-3357.
- Parton, W. J., D. S. Schimel, C. V. Cole, D. S. Ojima. 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. *Soil Science Society of America Journal* 51: 1173-1179.
- Rajkai, K. 2001. Modellezés és modellhasználat a talajtani kutatásban. *Agrokémia és Talajtan* 53: 469-508.
- Ritchie, J. T., 1985. A user-oriented model of the soil water balance in wheat. In *Wheat Growth and Modeling*, W. Day, R. K. Atkin, eds. New York, U.S.A.: Plenum Publishing Corp.
- Rosenbluth, A., N. Wiener. 1945. The Role of Models in Science. *Philosophy of Science* 12(4): 316-321.

# A növénytermesztés szerkezetének optimalizálása a kockázatok figyelembevételével

## *Crop Production Structure Optimization with Considering Risk*

Nagy Lajos<sup>1</sup>

### INFO

Received 01 Dec 2012

Accepted 15 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

**Kulcsszavak:** decision-making, risk, quadratic programming, portfolio, crop structure optimization

### ABSTRACT

The effects of global climate change are occurring more and more sharply, and because of it – amongst the indisputable genetic and technological development – the yield fluctuation has increased in the crop production past years. Otherwise, this sector is one of the riskiest, so it is obvious to consider risk during the planning, in the phase of decision preparation. Risk programming models are usually applied in agriculture, which take the attitude of the decision-maker to risk into consideration, i.e. these are utility maximization models. First of all, in case of risk programming models the character of risk must be decided. For determining the degree of risk – among others – dispersion indicators are also suitable. If financial portfolios are optimized, most frequently risk is given by the variance of the portfolio. Variance is also applied in the expected value – variance (E-V) models. If variance is minimized, the model has a quadratic object function. An alternative for variance in the linear programming model is the application of mean absolute deviation (MAD). The purpose of this article is to present the application of a portfolio model for optimizing crop production structure and minimizing risk that is generally used in financial investment calculations."

### INFO

Beérkezés 2012. Dec. 01.

Elfogadás 2012. Dec. 15.

On-line elérés 2012. Dec. 28.

Felelős szerkesztő: Rajkai K

### Kulcsszavak:

Döntés-előkészítés, kockázat, kvadratikus programozás, portfólió, vetésszerkezet-optimalizálás

### ÖSSZEFOGLALÓ

Az utóbbi években egyre élesebben jelentkeznek a globális éghajlatváltozás hatásai, és emiatt – a vitathatatlan genetikai és technológiai előrehaladás ellenére – megnőtt a terméshingadozás a növénytermesztésben. Ez az ágazat egyébként is a legkockázatosabb ágazatok közé tartozik, ezért már a tervkészítés szintjén, a döntés-előkészítési szakaszban célszerű figyelembe venni a kockázatot. A mezőgazdaságban leggyakrabban kockázatprogramozási modelleket alkalmaznak, melyek a döntéshozó kockázathoz való hozzáállását is figyelembe veszik, azaz hasznosságmaximalizáló modellek. A kockázatprogramozási modellek esetén először azt kell eldöntenünk, hogy a kockázatot hogyan jellemezzük. A kockázat mértékének meghatározására – többek között – a szóródási mutatók is alkalmasak. Pénzügyi portfóliók optimalizálásakor a portfólió varianciájával adják meg leggyakrabban a kockázatot. A varianciát alkalmazzák a várható érték – variancia (E-V) modellekben is. A variancia minimalizálásakor egy kvadratikus célfüggvényű modellt kapunk. A variancia alternatívája lineáris programozási modellben az abszolút átlageltérés alkalmazása. E cikk célja a pénzügyi befektetési gyakorlatban általánosan használt portfólió modell alkalmazási lehetőségének a bemutatása a növénytermesztési szerkezet optimalizálásban és a kockázat minimalizálásban.

## 1. Bevezetés

2003 és 2007 után 2012-ben az aszály miatt a növénytermesztés újra óriási veszteséget könyvelhetett el. Ez ismét előtérbe helyezi a mezőgazdasági kockázatokkal kapcsolatos tervezést már a döntés-előkészítési szakaszban.

A kockázat a gazdaság minden területén jelen van, ami alól egyetlen résztvevő sem vonhatja ki magát. A növénytermesztésben a gazdasági kockázat mellett fokozott jelentősége van az időjárás változékonyságából adódó kockázatnak. Szélsőséges esetekben katasztrófa helyzet is kialakulhat, azonban az éghajlati viszonyokból eredő ingadozások évszázadoktól függően negatív és pozitív irányú

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar, nagy1@agr.unideb.hu

változásokat is indukálhatnak a növények növekedésében és fejlődésében, valamint a termés hozamokban. Ezek a gondolatok azt sugallhatják – és a külső szemlélők gyakran így is gondolják –, hogy ilyen fokú bizonytalanság mellett a mezőgazdaságban jó időre, termékeny földre, különböző támogatásokra és szerencsére van szükség a jó eredményekhez. Azonban a gazdasági élet szereplőinek rendelkezniük kell olyan eszközökkel, amelyekkel képesek mérni, figyelemmel kísérni és kezelni a kockázat hatásait és következményeit. Ennek egyik feltétele, hogy a döntéshozók számára a döntéshez szükséges információk naprakészen, kielégítő minőségben és mennyiségben álljanak rendelkezésre, és azok értékelése, feldolgozása után legyen lehetőség különböző döntési alternatívák felállítására, elemzésére. Ezzel lehetővé válik a döntéshozó kockázatvállalásához leginkább illeszkedő döntéshozatal támogatása. Ez a döntéstámogatás feladata. A szükséges információk megléte esetén a kockázat mérését változatos statisztikai eszközökkel végezhetjük el. A kockázat jellegének és mértékének ismeretében elutasíthatunk egy lehetséges alternatívát, vagy ha úgy ítéljük meg, megfelelő kockázatkezelési módszereket alkalmazva megvalósíthatjuk azt. A kockázat közgazdasági fontosságának gondolata közel 90 évvel ezelőtt született. Azóta a gazdasági élet minden területén, így a mezőgazdaságban is jelentős eredmények és alkalmazások születtek. A számítástechnika és az internet fejlődése az utóbbi években még nagyobb lendületet adott a kutatásnak, egyszerűbb és olcsóbb a gyakorlati hasznosítás elérhetővé.

A kockázatok, káresemények kezelésére számos lehetőség kínálkozik a mezőgazdasági biztosításoktól kezdve a jövedelemgaranciás megoldásokon, intervenciós megoldásokon keresztül a tőzsdei határidős és opciós ügyletekig. A mezőgazdaságban leggyakrabban kockázatprogramozási modelleket alkalmaznak (Csipkés, 2009), melyek a döntéshozó kockázathoz való hozzáállását is figyelembe veszik, azaz hasznosság-maximalizáló modellek (Hazell – Norton, 1986; Hardaker et al., 1997).

E cikk célja a pénzügyi befektetési gyakorlatban általánosan használt portfólió modell (Winston, 1997) növénytermesztési termelési szerkezet optimalizálásban történő alkalmazási lehetőségének a bemutatása.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. Kockázat a mezőgazdaságban

Az instabilitás és a kockázat problémája a mezőgazdaságban Schulz (1945) és Johnson (1947) munkái nyomán az agrárpolitika központi kérdéseivé váltak. Az instabilitás problémáján azonban sokszor nemcsak az előre nem látható események miatti áringadozást, hanem az ebből is fakadó túlzott jövedelemfluktuációt is értik. A két problémát azért fontos szétválasztani, mert orvoslásuk különböző módszereket igényel. Az árak és a jövedelmek stabilizálása csak igen szigorú feltételek mellett összeegyeztethetőek, mivel az előbbi a kereslet és a kínálat, az utóbbi viszont az ár és a mennyiség (bevétel), valamint a költségek függvénye (Koester, 1979).

A mezőgazdasági termelés sajátosságaiból következően ebben a tevékenységi körben olyan kockázati tényezőkkel is számolni kell, amelyek más típusú vállalatokban alig, vagy csak nagyon korlátozott mértékben jelentkeznek (Buzás, 2000; Balogh et al., 2007; Gál – Komlósi, 2010).

Buzás (2000) szerint célszerű megkülönböztetni az aktív és a passzív kockázatokat. Az aktív kockázatok közvetlenül kapcsolódnak a különböző szintű döntésekhez, tehát a várt eredmény reményében tudatosan vállalt kockázatok, ezek vállalkozói vagy spekulatív kockázatnak tekinthetők. A passzív kockázatok többségükben vis major jellegűek, tehát károk kockázatnak is tekinthetők. Eredetük szerint az alábbi kockázati csoportokat különbözteti meg:

- természeti kockázatok,
- műszaki kockázatok,
- gazdasági kockázatok,
- társadalmi kockázatok.

Madai – Nábrádi (2005) a kockázati forrásokat alapvetően két csoportba, a működési és pénzügyi kockázati források szerint rendezte, amelyeken belül további alkategóriákat nevezett meg.



Gaál et al.(2009) a klímaváltozás kertészeti ágazatokra gyakorolt hatásainak bemutatásakor megállapították, hogy annak közvetlen és közvetett hatásai azonban igen eltérőek lehetnek a gazdasági ágazatokban, sőt akár egy ágazaton belül is a hely és fejlettség függvényében. Az általuk megjelölt kockázati források: időjárási anomáliák kockázata, a termelés kockázata, pénzügyi kockázat, a piaci folyamatok kockázata, a személyi feltételek kockázata.

## 2.2. Matematikai programozási modellek a kockázatprogramozásban

A matematikai programozás az optimalizálási problémák megoldásának egyik meghatározó eszközcsoportja. Legegyszerűbb fajtája a lineáris programozás (LP), melyben korlátozó feltételekkel egy konvex halmazt határozzunk meg, melynek ezután a lineáris célfüggvényben felírt (paraméteres) hipersík segítségével megkeressük azt a pontját, melynél a célfüggvény értéke extrém (minimális vagy maximális). Dantzig fejlesztette ki 1947-ben a lineáris programozási feladatok megoldására a simplex algoritmust. A módszer hatékonyságának és rendszerszemléletű megközelítésének köszönhetően gyorsan tért hódított a döntés-előkészítésben. A lineáris programozás tervezésben történő alkalmazása már a kezdetektől igen széleskörű volt.

A matematikai programozás a mezőgazdaságban gyorsan tért hódított, az 1950-es évek második felétől jelentek meg kutatási eredmények (Heady, 1957; Heady – Candler, 1958). Magyarországon módszertani alapozó könyvek voltak Krekó (1965, 1966, 1972) munkái, a mezőgazdasági alkalmazásban meghatározó kutatásokat folytatott Tóth (1969, 1973, 1981), Ertsey (1986), Ertsey – Kárpáti (1981), Ertsey – Tóth (1985), akik takarmány-felhasználás és takarmánytermelés, illetve komplex vállalati tervek, növénytermesztési technológiák optimalizálásában, valamint a vállalati tervkészítés automatizálásában értek el kiemelkedő eredményeket. Csáki – Varga (1976) a vállalati géppark optimalizálással és a dinamikus és sztochasztikus modellek továbbfejlesztésével foglalkozott. Csáki – Mészáros (1981) szerkesztésében jelent meg az első mezőgazdasági alkalmazásokra íródott összefoglaló operációkutatási mű Magyarországon.

A gazdasági problémák modellezésekor gyakran fordulnak elő olyan esetek, amikor a célfüggvény nemlineáris függvény, vagy pedig a feltételek valamelyike nemlineáris. Ilyenkor beszélünk nemlineáris (NLP) feladatról. Az NLP leggyakoribb alkalmazásakor a célfüggvény kvadratikus. A kvadratikus célfüggvényű NLP-t először Markowitz (1959) használta optimális portfóliók meghatározására, melyért Közgazdasági Nobel-díjat kapott.

A kockázatprogramozási modellek esetén először azt kell eldöntenünk, hogy a kockázatot hogyan jellemezzük.

A kockázat mértékének meghatározására – többek között – a szóródási mutatók is alkalmasak (Balogh, 2008). Pénzügyi portfóliók optimalizálásakor a portfólió varianciájával adják meg leggyakrabban a kockázatot (Markowitz, 1959; Sharpe, 1963). A varianciát alkalmazzák a várható érték – variancia (E-V) modellekben is. A variancia minimalizálásakor egy kvadratikus célfüggvényű modellt kapunk. A variancia alternatívája lineáris programozási modellben az abszolút átlageltérés alkalmazása. E típusú kockázatprogramozási modell innen kapta a nevét, ez a MOTAD (Minimization of Total Absolute Deviation) modell, amelyet Hazell 1971-ben fejlesztett ki.

Az előző modellek akkor is használhatók, ha nem ismert a döntéshozó hasznossági függvénye. A hasznossági függvény ismerete esetén alkalmazható a DEMP modell (Direct Expected Utility Maximizing Program) (Lambert – McCarl, 1985), melynél a célfüggvényben közvetlenül a hasznosság maximalizálását végezzük el.

## 3. Anyag és módszer

A kvadratikus programozás az egyik legismertebb NLP (nemlineáris programozási) alkalmazás, ami egy kívánt jövedelemszint elérése mellett lehetővé teszi a portfólió kockázatának minimalizálását és az optimális befektetési mix meghatározását. Az egyedi befektetések kockázatának egyik mérőszáma egy adott időszakban a hozamok varianciája (vagy a szórása).

A portfólió kiválasztás során az egyik döntő cél az, hogy kisimítsuk a hozamingadozást úgy, hogy olyan befektetéseket válasszunk, amelyek hozama ellentétes irányú mozgást mutat. Ezért olyan



befektetéseket szeretnénk kiválasztani, amelyek negatív kovarianciával vagy korrelációval bírnak, mert így amikor egy értékpapír átlag alatti hozamot hoz, akkor a portfóliónk kiegyenlítődik egy átlag feletti hozammal. Így biztosítható, hogy a portfólió varianciája kisebb legyen, mint az egyedi értékpapíroké (Ragsdale, 2007).

Felmerül a kérdés, hogyan lehet alkalmas a portfólió modell vetésszerkezet optimalizálására? A vetésszerkezetet is felfoghatjuk egy portfólióként, ahol az egyes növénytermesztési ágazatok reprezentálják a befektetéseket. A különböző növények, sőt azonos növényfajon belül a különböző fajták (más éréscsoport, más termesztési igények) eltérő módon reagálnak az időjárási, éghajlati változásokra. Gyakran megfigyelhető, hogy az őszi vetésű növényeknek kedvező évjárat nem mindig kedvez a tavaszi vetésűeknek, vagy az a csapadék- és hőeloszlás ami magas kukoricatermést hoz, hátrányos a napraforgónak stb. Viszonylag ritka az olyan év, amelyik minden növénykultúrát egyformán sújt, vagy az olyan, amelyik mindegyiknek kedvező. A termőhelyi adottságok is fontos szerepet játszanak az egyes növények termelési kockázatában (Nagy, 2007).

#### **A modell matematikai felépítése:**

**Célfüggvény:** a cél a minimális variancia elérése.

$$\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2 + 2 \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n \sigma_{jk} x_j x_k \Rightarrow MIN! \quad [1]$$

ahol

$x_j$ : a tevékenységek mérete

$\sigma_j^2$ : a j-edik tevékenység jövedelemvarianciája

$\sigma_{jk}$ : a j és k tevékenységek jövedelmei közötti kovariancia

A célfüggvény mátrixműveletekkel kifejezve:

$$V = x^T C x \quad [2]$$

ahol

$$x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad [3]$$

$$C = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \quad [4]$$

#### **Mérlegfeltételek:**

$$x_j \geq 0; b_i \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m) \quad [5]$$

$$\sum_j a_{ij} x_j \leq b_i \quad [6]$$

$$\sum_j E(c_j) x_j \geq \lambda \quad [7]$$

ahol

$x_j$ : a tevékenységek mérete

$a_{ij}$ : a j-edik tevékenység fajlagos erőforrás szükséglete

$b_i$  : az  $i$ -edik erőforrásból rendelkezésre álló mennyiség

$E(c_j)$  : a  $j$ -dik tevékenység várható fajlagos jövedelme

$\lambda$  : elvárt hozam

A modellben a termelési technológiai korlátokat [6] figyelembe véve megkereshetjük azt a minimális varianciájú – minimális kockázatú – ágazati összetételt, amelynek várható hozama legalább az elvárt hozam. Ebben az esetben a hozam kifejezés nem a mezőgazdaságban használt megtermelt mennyiséget (pl. termés mennyiség (tonna), vagy tejtermelés (liter) stb.), vagy az egy egységre jutó fajlagos hozamot (pl. termésátlag (t/ha), vagy fajlagos tejtermelés (liter/tehén) stb.) jelenti, hanem a jövedelmezőségi rátát. Ez lehet költségarányos, tőkearányos vagy árbevétel-arányos jövedelmezőség. Az hogy ezek közül melyiket használjuk, az függ az elemzés céljától. Alkalmazásuk előnyei többek között: (1) Összetett mutatók, ezért több információt nyújtanak, mint az egyszerűbbek, (2) mind a számláló, mind a nevezőben azonos időszakra vonatkozó értékek szerepelnek, így idősorok esetén nem feltétlenül szükséges az adatsorok inflációval történő korrekciója. Természetesen a várható hozam növelésével egyre magasabb kockázatú vetésszerkezetekhez jutunk. Ezek közül választhatja ki a döntéshozó a kockázatvállaló képességéhez leginkább megfelelőt.

A portfólió modell adaptálása egy Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei 1200 hektáron gazdálkodó mezőgazdasági vállalkozás adataira épülve történt meg. Az egyes ágazatok jövedelmekockázatának számszerűsítését az utóbbi öt év árbevétel-arányos jövedelmezőségi adatai<sup>2</sup> alapján végeztem el. A gazdaság növénytermesztési technológiáit felhasználva dekádokra lebontva erőforrás típusonként és időszakonként határoztam meg a fajlagos erőforrás szükségleteket műszakóra/100 hektár egységben. Első lépésben lineáris programozási modellt alkalmaztam az optimális termelési szerkezet meghatározásához, illetve a szűk erőforrás keresztmetszetek meghatározásához. A degenerációt érzékenységvizsgálattal ellenőriztem. A portfólió modell termeléssel kapcsolatos mérlegfeltételei közé így csak azok a korlátok kerültek be, amelyek valójában befolyásolhatják a termelési szerkezet alakulását. Ezzel elérhető, hogy a modellméret jelentősen csökkenjen, aminek két pozitív hozadéka is van. Az egyik az, hogy jelentősen csökken a számítási idő (nemlineáris modelleknél ez mindig figyelembe veendő tényező), a másik az, hogy az output sokkal kevesebb felesleges információt tartalmaz, ami jelentős mértékben megkönnyíti az értékelési folyamatot.

#### 4. Eredmények és értékelés

Mint már említésre került, egyes ágazatok jövedelmekockázatának számszerűsítése az utóbbi öt év árbevétel-arányos jövedelmezőségi adatai alapján történt. Jól látható, hogy az ágazatok évenkénti teljesítménye jelentős ingadozást mutat (1. táblázat).

A modellezés következő fázisaként a jövedelmezőségi adatok alapján a kovariancia táblázatot kell elkészítenünk (2. táblázat). Táblázatkezelő programokban (Excel, OpenOffice stb.) ezt egyszerűen megtehetjük a *KOVAR()* függvény<sup>3</sup> alkalmazásával. A mátrix átlójában az ágazatok varianciái, a többi helyen az ágazatok közötti kovariancia értékek helyezkednek el. Jól látható, hogy a legmagasabb a repce szórásnégyzete (0,4277), de kiemelkedő a rozs (0,2621) és az árpa (0,1209) varianciája is. Egyszerű kockázatelemzés esetén ezek a kultúrák tekinthetők jövedelmezőségi szempontból a legkockázatosabbaknak.

<sup>2</sup> Az árbevétel-arányos jövedelmezőséget a modellben az ágazati eredmény és az ágazati összes árbevétel hányadosaként számítottam.

<sup>3</sup> Az Excel 2010-s verziójában már külön függvény van a teljes sokaság (*KOVARIANCIA.S()*) és a minta kovarianciájának (*KOVARIANCIA.M()*) számítására, azonban a *KOVAR()* függvény továbbra is használható a kompatibilitás miatt.

**1. táblázat.** Árbevétel-arányos jövedelmezőség ágazatonként a vizsgált gazdaságban

	Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó
<b>1. év</b>	12,6%	-0,5%	10,9%	-34,2%	19,3%	23,5%	38,2%	48,6%
<b>2. év</b>	-21,8%	-34,6%	-30,3%	-112,9%	10,4%	-97,9%	25,0%	-9,5%
<b>3. év</b>	-13,7%	6,0%	-28,8%	-35,5%	-0,4%	-92,5%	11,3%	8,4%
<b>4. év</b>	39,2%	23,7%	40,0%	2,3%	35,3%	52,2%	40,9%	19,0%
<b>5. év</b>	37,4%	36,8%	54,9%	41,9%	34,2%	35,0%	30,8%	12,1%
<b>Átlag</b>	10,7%	6,3%	9,4%	-27,7%	19,8%	-15,9%	29,2%	15,7%

Forrás: Saját számítás

**2. táblázat.** Kovariancia mátrix

	Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó
<b>Búza</b>	<b>0,0636</b>	0,0526	0,0862	0,1131	0,0325	0,1582	0,0194	0,0211
<b>Kukorica</b>	0,0526	<b>0,0589</b>	0,0708	0,1234	0,0221	0,1169	0,0074	0,0152
<b>Árpa</b>	0,0862	0,0708	<b>0,1209</b>	0,1551	0,0455	0,2128	0,0259	0,0253
<b>Rozs</b>	0,1131	0,1234	0,1551	<b>0,2621</b>	0,0486	0,2583	0,0181	0,0368
<b>Napraforgó</b>	0,0325	0,0221	0,0455	0,0486	<b>0,0189</b>	0,0817	0,0120	0,0073
<b>Repce</b>	0,1582	0,1169	0,2128	0,2583	0,0817	<b>0,4277</b>	0,0590	0,0794
<b>Cukorrépa</b>	0,0194	0,0074	0,0259	0,0181	0,0120	0,0590	<b>0,0112</b>	0,0113
<b>Zöldborsó</b>	0,0211	0,0152	0,0253	0,0368	0,0073	0,0794	0,0113	<b>0,0360</b>

Forrás: Saját számítás

[2] alapján egyszerűen számíthatjuk a táblázatkezelőben a portfólió varianciát, [7] alapján a tényleges hozamot, ami a mérlegfeltételben nagyobb vagy egyenlő az elvárt hozamnál. A nemnegativitási feltételek megadása után tulajdonképpen kész is egy egyszerű portfólió modell, amit ki kell egészíteni a növénytermesztés sajátosságait magában foglaló feltételekkel.

A modellben [6] alapján szerepelnek a növénytermesztésre vonatkozó mérlegfeltételek. A 3. táblázat „Területi és technológiai mérlegfeltételek” részében szerepel a terület felhasználásra vonatkozó 1200 hektáros korlát, valamint itt vannak az erőforrásokra vonatkozó korlátozások is. Az Anyag és módszer fejezetben már leírtaknak megfelelően csak azok az erőforrások szerepelnek a portfólió modellben, amelyek meghatározott csúcsidezőszakokban a termelés további növelését akadályozzák. Ez a munkaerő egy időszakban, illetve a nehéztraktor (TR1) két időszakban, és a középkategóriás univerzális traktor (TR2) egy időszakban. A „Területi (vetésváltási) korlátozások” részben szerepelnek a szakmai vagy piaci szempontokat figyelembe vevő ágazati vetésterületi maximumok.

**3. táblázat.** A portfólió modell vetésváltás optimalizálásra adaptált változata**Termelési szerkezet**

Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó	Összesen
27,14%	12,56%	0,00%	7,50%	20,00%	0,08%	22,72%	10,00%	100,0%
3,26	1,51	-	0,90	2,40	0,0	2,73	1,20	12,00

x100ha

**Tényleges hozam 13,77%****Elvárt hozam 10,00%****Portfólió variancia 0,033 MIN!****Technológiai és területi mélegfűtőfeltételek**

Me.: egység/100ha

	Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó	Felhasznált	Reláció	Kapacitás
Terület (x100 ha)	1	1	1	1	1	1	1	1	12	=	12
Munkaerő (m.óra)	0	14	22	44	22	50	0	55	180	<=	180
TR1_1(m.óra)	34	44	34	25	0	30	25	10	280	<=	280
TR1_2 (m.óra)	0	25	0	0	25	0	50	5	240	<=	240
TR2 (m.óra)	40	0	35	35	25	25	0	15	240	<=	240

**Területi (vetésváltási korlátozások)**

Búza		
Kukorica	max	50%
Árpa		
Rozs		
Napraforgó	max	20%
Repce	max	20%
Cukorrépa	max	25%
Zöldborsó	max	10%

Forrás: Saját modell

A modell futtatásának eredményeként egy olyan termelési szerkezetet kaptunk, ahol a tényleges hozam 3,77%-kal meghaladja az elvárt hozamot (elvárt jövedelmezőségi rátát), a minimális szórásnégyzet értéke 0,033. A vetésszerkezetben nem kapott helyet az árpa, és valójában a repce sem, hisz a repce 0,08%-os részaránya összesen 1 ha körüli területet jelent, ami egy 1200 hektáros gazdaságban gyakorlati szempontból elhanyagolható. A zöldborsó és a napraforgó területi korlátozás maximumán áll, ami azt jelenti, hogy ezek részarányának növelhetősége esetén csökken a szórásnégyzet (kockázat) és nő a tényleges jövedelem. A 4. táblázatból a redukált gradiens értéke nyújt erről információt. Ezt az értéket (pl. a napraforgó esetén a -44,4%-ot) azonban inkább csak az iránymutatásként szabad értékelni, mert nem tudható, hogy milyen növelési intervallumok között érvényes. Ilyenkor érzékenységvizsgálattal ellenőrizzük inkább a változtatás hatásait, és az alapján hozunk döntéseket. A 4. táblázat *korlátozó feltételek* részében a Lagrange multiplikátor (L) úgy értelmezhető, ha a szűk keresztmetszetet képező erőforrás mennyiségét megnöveljük egy kis ( $\Delta$ ) mennyiséggel, akkor variancia megközelítőleg  $\Delta L$  értékkel csökken. Itt is óvatosan kell bánni a növelés mértékével, mert az L értéke csak kis  $\Delta$  változtatásnál ad megbízható információt, inkább itt is több lépésben értékeljük a változtatások hatását.

**4. táblázat.** Az érzékenységmentés fontosabb adatai

Változók

Név	Végső Végérték	Redukált gradiens
Napraforgó	20,0%	-44,4%
Zöldborsó	10,0%	-69,8%

Korlátozó feltételek

Név	Végső Végérték	Lagrange multiplikátor
TR1_1(m.óra) Felhasznált	280	-0,001809517
TR1_2 (m.óra) Felhasznált	240	-0,001774916
TR2 (m.óra) Felhasznált	240	-0,001678926

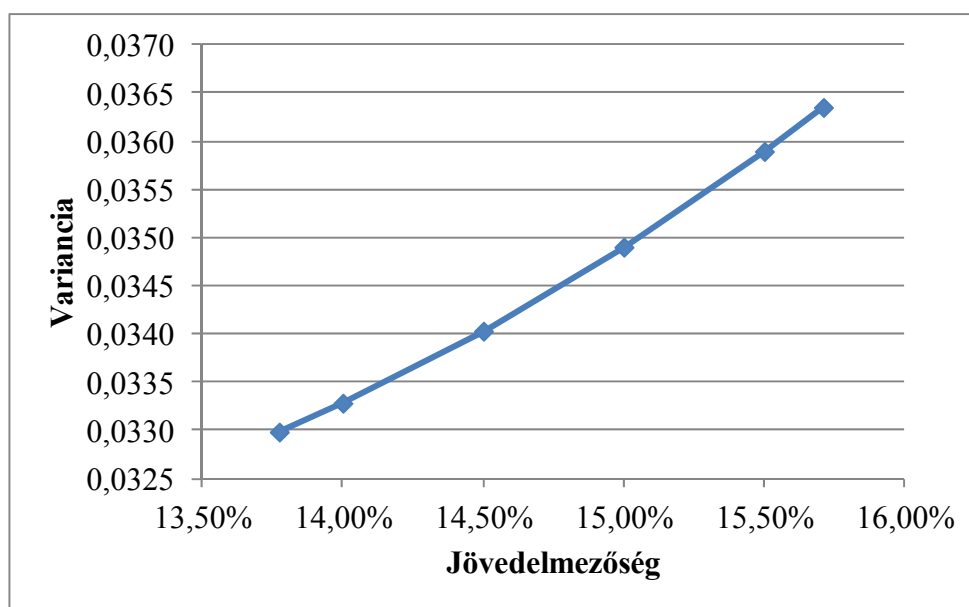
Forrás: Saját számítás

### Érzékenységvizsgálat:

A döntéshozó a korlátok által behatárolt lehetséges tervek közül választhat. Választása – adott jövedelemérték mellett – nyilván arra a tervre esik, amelyiknek legkisebb a kockázata, amelyhez a legkisebb variancia tartozik. A megvalósíthatósági tartományba eső minden lehetséges jövedelemhez (E) meghatározható a minimális varianciájú (V) termelési szerkezet. Az összetartozó jövedelem és variancia értékek adják az efficiens (E,V) pontokat. E pontok alkotják a lehetséges tervek halmazát felülről határoló efficiens határgörbét. A határgörbe pontjaihoz tartozó tervek az efficiens tervek.

Példánkban a mezőgazdasági vállalkozó által elvárt árbevétel-arányos jövedelmezőség 10%. Az eredmények alapján egyértelmű, hogy a termelési korlátokat is figyelembe véve az elvárt jövedelemnél magasabb értéket is választhat, hisz a minimális varianciához tartozó árbevétel-arányos jövedelmezőség 13,77%.

Az érzékenységvizsgálat során 14%-tól 0,5%-os lépésekkel növelve egészen a maximálisan elérhető jövedelemig (15,71%) növeltem az elvárt jövedelmezőséget. Jól látható, hogy az elvárások növelésével folyamatosan nő a variancia és természetesen a kockázat is (1. ábra).



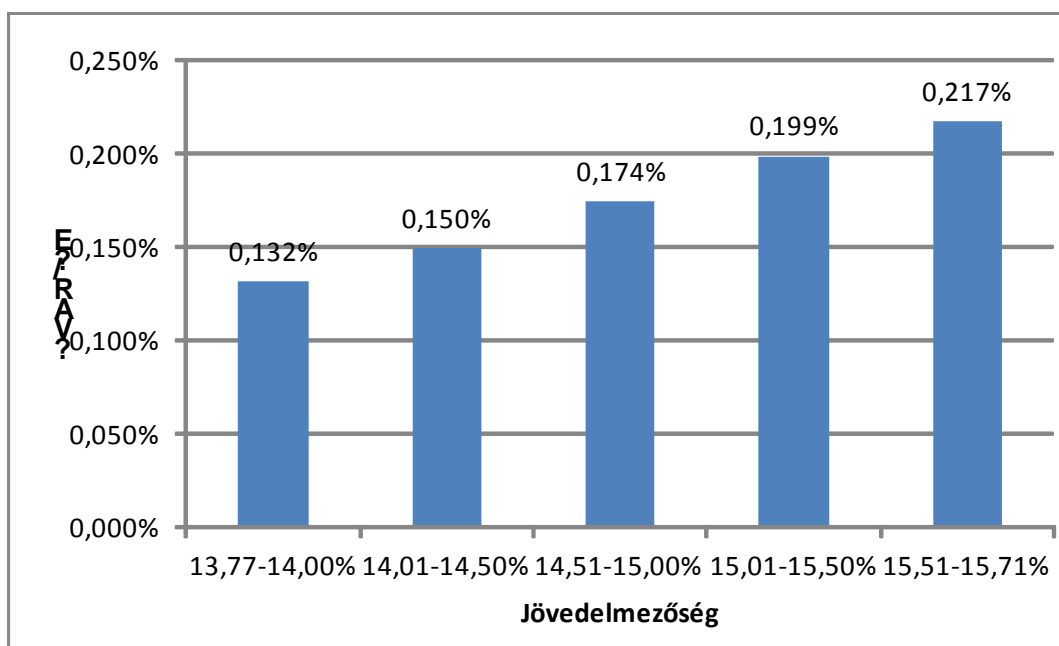
1. ábra. Jövedelmezőség – Variancia efficiens határgörbe

Forrás: Saját számítás

Szemléletesebb képet kaphatunk a jövedelmezőség és a variancia változásáról az egyes szakaszokban, ha a relatív változásokat vizsgáljuk. Ez a következőképpen számítható:

$$\frac{\text{Varianciaváltozás}}{\text{Jövedelemváltozás}} = \frac{\Delta VAR}{\Delta E} \quad [8]$$

Megfigyelhető, hogy a [8] alapján kalkulált 1% jövedelemváltozásra eső variancia változás a magasabb elvárt jövedelemszinteknél folyamatosan nő (2. ábra).



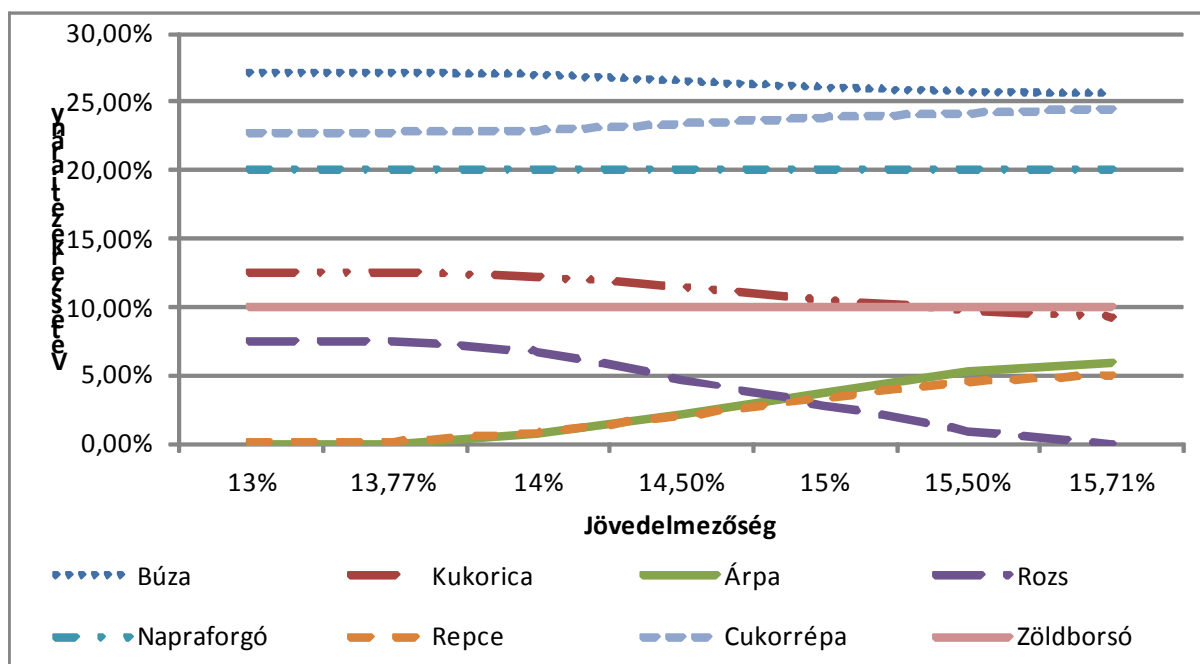
2. ábra. A relatív kockázatváltozás alakulása az elvárt jövedelem növelésével

Forrás: Saját számítás

A várható érték növekedésével az efficiens határgörbe egyre kevésbé emelkedik, kis jövedelemnövekedés nagy varianciánövekedéssel jár (a határgörbe konkáv). Ezért a legtöbb – a kockázattal szembe – döntéshozó nem a legnagyobb elérhető jövedelmet célozza meg, hanem ennél kisebb, de még ésszerűen magas jövedelemszintnél választ tervet. Az így választott tervhez tehát kisebb jövedelem tartozik, mint a determinisztikus modell optimális megoldásával szolgáltatott jövedelem lenne, viszont a választott tervhez tartozó *varianciával jellemzett kockázat csökkenésének aránya nagyobb lesz, mint a feláldozott jövedelemcsökkenés aránya*.

A döntéshozatal nemcsak a kockázat mértéke befolyásolja, hanem az efficiens tervekhez tartozó ágazati összetétel is (3. ábra). Az elvárt jövedelem és ezzel együtt a kockázat növekedésével fokozatosan 5-5% körüli értékre nő a legmagasabb egyedi kockázattal bíró repce és árpa részaránya, mintegy belépve a vetésszerkezetből kikerülő rozs és a némileg csökkenő arányú kukorica helyére. A búza és a cukorrépa vetésterületi mozgása is ellentétes tendenciájú. A búza 2%-nyi csökkenést, a cukorrépa hasonló nagyságrendű növekedést mutat. Mindössze két növény, a napraforgó és a zöldborsó tartotta meg minden elvárt jövedelemszintnél a pozícióját, és ráadásul mindkettő területe felső korláton áll, azaz bármely jövedelemszinten varianciacsökkenés könyvelhető el a területi korlátok szigorúságának felülbírási esetén.





3. ábra: A termelési szerkezet változása a különböző elvárt jövedelmezőségi szinteken

Forrás: Saját szerkesztés

## Hivatkozások

Balogh, P. 2008. Sertéstartó vállalkozások gazdálkodási kockázatának elemzése az Észak-Alföldi régióban. In: Magda Sándor, Dinya László (szerk.) Vállalkozások Ökonómiája: XI Nemzetközi Tudományos Napok [The XI th International Scientific Days]. Gyöngyös: Károly Róbert Főiskola, 2008.03.27-2008.03.28. pp. 6-13. ISBN:978-963-87-831-1-0

Balogh, P., Ertsey, I., Kovács, S. 2007. Survival analysis of culling reasons and examination of the economic risks of production period in sow culling. Joint IAAE-EAAE Seminar, Agricultural Economics and Transition: „What was expected, what we observed, the lessons learned”. Corvinus University, Budapest, CD-issue

Buzás, Gy. 2000. A gazdasági kockázat kezelése, biztosítás In: Mezőgazdasági üzemtan I. Szerk.: Buzás GY., Nemessályi ZS., Székely CS., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 434-457.p

Csáki, Cs., Mészáros, S. 1981. Operációkutatási módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Csáki, Cs., Varga, Gy. 1976. Vállaltfejlesztési tervek lineáris dinamikus modellje. Akadémiai kiadó, Budapest

Csipkés, M. 2009. Energy orchards economic analysis in Hungary. International Congress on the Aspects and Visions of Applied Economics and Informatics. Debrecen 26 th – 27th March 2009 p.1351-1358

Ertsey, I. 1986. Some methodological problems of modelling crop production. Bulletin for Applied Mathematics XLIII. köt.

Ertsey, I., Kárpáti, L. 1981. Növénytermesztési ágazatok számítógépes interaktív tervezési-elemzési rendszere. XI. Magyar Operációkutatási Konferencia előadás-kivonatai. Miskolc.

Ertsey, I., Tóth, J. 1985. The application of an automated technological planning system and linear programming in the foundation of decisions relating to the utilization of machines. Bulletin for Applied Mathematics XXXVIII. köt.

Gaál, M., Ladányi, M., Szenteleki, K., Hegedüs, A. 2009. A kertészeti ágazatok klimatikus kockázatainak vizsgálati-módszertani áttekintése – „KLÍMA-21” Füzetek 58: 72-81.

- Gál, T., Komlósi, I. 2010. Sztochasztikus Data Envelopment Analysis (DEA) alkalmazása magyarországi tehenészeti telepek hatékonyságának mérésére. *Acta Agraria Kaposváriensis*, Vol. 14. No. 3, 1-9.
- Hazell, P. B. R., Norton, R. D. 1986. *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan Publishing Company, New York
- Hardaker, J. B., Huirne, R. B. M., Anderson J.R. 1997. *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, Wallingford p. xi + 274.
- Heady, E. O. 1957. *Economics of agricultural production and resource use*. Prentices-Hall, Englewood Cliffs N.Y.
- Heady, E. O., Candler, W. 1958. *Linear programming methods*. Iowa States University Press, Ames
- Johnson, D. G. 1947. *Forward Prices for Agriculture*. University of Chicago Press, Chicago.
- Koester, U. 1979. National and International Aspects of Commodity Stabilisation Schemes. *European Review of Agricultural Economics*, 6. évf. 2. sz. p. 233-256.
- Krekó, B. 1965. *Mátrixszámítás*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- Krekó, B. 1966. *Lineáris programozás*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- Krekó, B. 1972. *Optimumszámítás*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- Lambert, D.K., McCarl, B.A. 1985. Risk Modeling Using Direct Solution of Nonlinear Approximations of the Utility Function. *Amer. J. Agr. Econ.* p. 846-52.
- Madai, H., Nábrádi, A. 2005. Kockázati tényezők és kockázatkezelési módok vizsgálata a magyar juhágazatban In: Jávor A.-Pfau E. (szerk): *A mezőgazdaság tökeszüksége és hatékonysága*. Debreceni Egyetem, 186-191.p.
- Nagy, L. 2007. A növénytermesztés termelési kockázatának elemzése különböző termőhelyi adottságoknál az Észak – Alföldi régióban; *Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés, Agrárinformatika Nemzetközi Konferencia*, Debrecen, Cd melléklet, ISBN: 978-963-87118-7-8
- Markowitz, H. 1959. *Portfolio selection, efficient diversification of investments*. New York, Wiley
- Ragsdale, C.T. 2007. *Spreadsheet modeling & Decision Analysis: A practical introduction to management science*. Thomson South-Western
- Sharpe, W. 1963. A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Sciences* 9 p. 277-293.
- Schultz, T.W. 1945. *Agriculture in an Unstable Economy*. McGraw-Hill, New York.
- Tóth, J. 1969. *A takarmánygazdálkodás matematikai tervezése*. Akadémiai Kiadó, Budapest 165 p.
- Tóth, J. 1973. A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. *Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó*, Budapest 232. p.
- Tóth, J. 1981. *Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése*, Mezőgazdasági kiadó, Budapest 240. p.
- Winston, W.L. 1997. *Operations Research Applications and Algorithms*, Wadsworth Publishing Company, p. 863-870.

## Új generációs hálózati infrastruktúra szükségessége és szélessávú hálózatfejlesztések értékelése a vidéki régiókban

### *Necessity of Next Generation Network Infrastructure and the Evaluation of Broadband Developments in Rural Regions*

Botos Szilvia<sup>1</sup>

#### INFO

Received 10 Dec 2012

Accepted 15 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

#### Keywords:

broadbandaccess, ruralregions, indicators, impactanalysis

#### ABSTRACT

Impacts of next generation network for the condition and development of rural regions are already evident, but the different economic sectors be differently affected by the effects of ICT and they require it in different degrees. In the national and EU strategies, building next generation infrastructure in rural areas, by this decreasing the extent of digital gap and reducing the disparities, is one of the main goals. We have proved by regional analysis that the infrastructural and usage features, which link to broadband networks (e.g. households with broadband access, shopping through Internet or the rate of computer usage), these be in connected with the socio-economic features, like regional production of GDP or the employment rate. Based on results, we could determine that the differences which be showed in the ICT level between the countries, they present also between the regions, within one country. For analyzing the levels of development of the countries, several indicators are available and these help to determine the future development directions, and some of those we will show in this article. But first, we give some review about the significance of NGN and e-services in the less favoured regions, the barriers of improvements and the comparison possibilities of the countries relative to their ICT situation in different territorial levels.

#### INFO

Beérkezés 2012. Dec. 01.

Elfogadás 2012. Dec. 15.

On-line elérés 2012. Dec. 28.

Felelős szerkesztő: Rajkai K

#### Kulcsszavak:

szélessávú hozzáférés, vidéki régiók, indikátorok, hatáselemzés

#### ÖSSZEFOGLALÓ

Az új generációs hálózatok hatása a vidéki régiók fejlődésére egyértelmű, azonban szektoronként eltérő mértékben van szükség a szélessávú hálózaton igénybe vehető szolgáltatásokra. Az új generációs hálózati infrastruktúra kiépítése vidéki régiókban, ezáltal a digitális szakadék csökkentése, központi cél az Európai Unió és a nemzeti stratégiákban. Regionális vizsgálatokkal bizonyítottam, hogy a szélessávú hálózathoz köthető infrastrukturális és használati jellemzők (például a szélessávú hálózattal rendelkező háztartások, az internetes vásárlás, vagy a számítógép használat aránya) összefüggésben vannak a gazdasági és társadalmi jellemzőkkel (például a regionális GDP termeléssel és a foglalkoztatottsági mutatókkal). A regionális és országos szintű adatok alapján végzett vizsgálataim és az eredmények szerint az egyes országok IKT színvonalában mutatkozó jelentős különbségek az egyes országokon belüli régiók között is megjelennek. Az egyes országok IKT fejlettségének komplex vizsgálatára több indikátor is készült, melyek segítenek a jövőbeli fejlesztési irányok meghatározásában. Ezen fontosabb indikátorok alkalmazásával bemutatom az NGN és a ráépülő szolgáltatások jelentőségét a vidéki régiókban, a fejlesztéshez kapcsolódó gazdasági jellemzőket, és a szélessávú hálózatok infrastrukturális és használati jellemzőinek összehasonlítási lehetőségeit különböző területi szinteken.

## 1. Bevezetés

A digitális forradalom átformálta az egyes gazdasági szektorok szerepét és új értékrendszert teremtett. Az IKT eszközök, és az új generációs hálózatok használata a gazdaság minden területén jelentős hozzáadott értéket képviselnek. Hozzájárul a hatékonyság és a versenyképesség fokozásához, a jólét és a tudás növekedéséhez, a minőségi termékek és szolgáltatások megjelenéséhez, az innovációhoz. Ezeknek rendkívül nagy szerepe van a gazdasági válság kezelésében is, hiszen így

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma

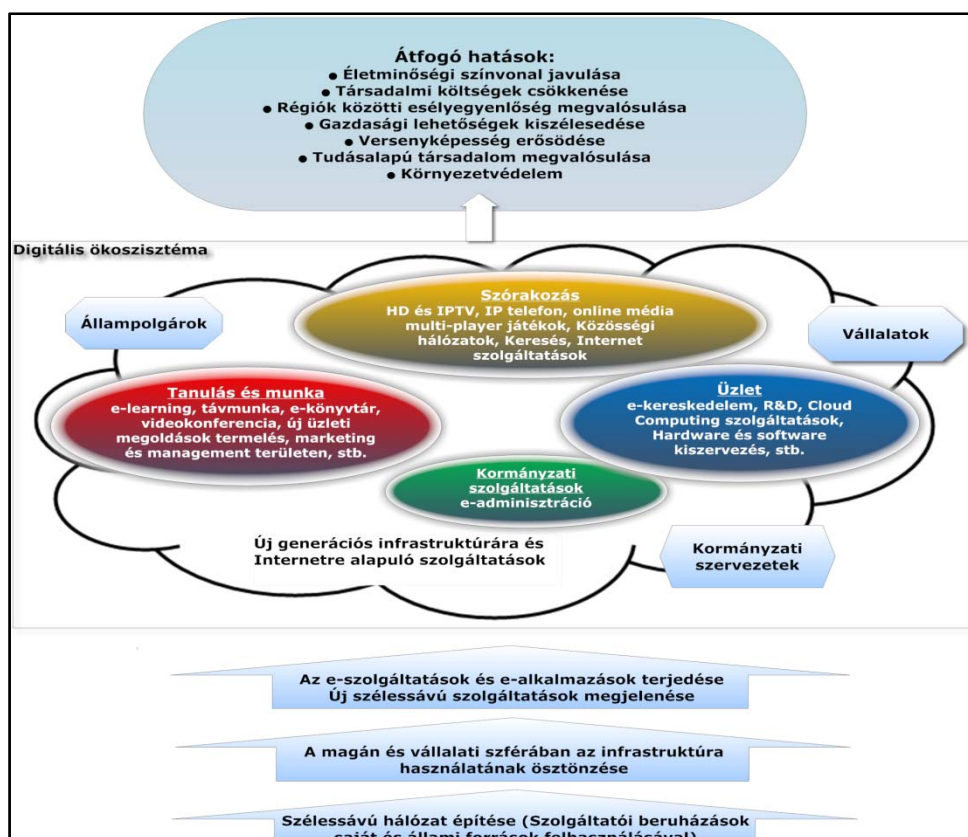
növekszik a termelékenység szint felső határa. Ezért minden ország, lehetőségeihez képest fejleszti ezt a szektort és nagy szerepe van a fejlesztési stratégiákban a nemzetközitől a települési szintig. Különösen fontos a kevésbé vonzó vidéki területek fejlesztése, melyek gazdasági és társadalmi súlya meghatározó minden nemzetgazdaságban. Ezen cél elérését az Európai Unió jelentős pénzügyi forrásokkal támogatja. Az elért eredmények jelentősen átalakították az egyes országok gazdasági helyzetét, így az országok értékelése ebből a szempontból is fontossá vált. A célom olyan módszertan kidolgozása, melynek segítségével az új generációs hozzáférési hálózatok (NGA – NextGeneration Access Network) hasznossága és a beruházások eredménye regionális szinten is komplex módon mérhetővé válik. Kutatásaim alapját statisztikai adatbázisok képezték, melyek felhasználásával elemeztem az infokommunikációs és társadalmi-gazdasági jellemzők közötti összefüggéseket.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. Az NGA kiépítésének szükségessége vidéki régiókban

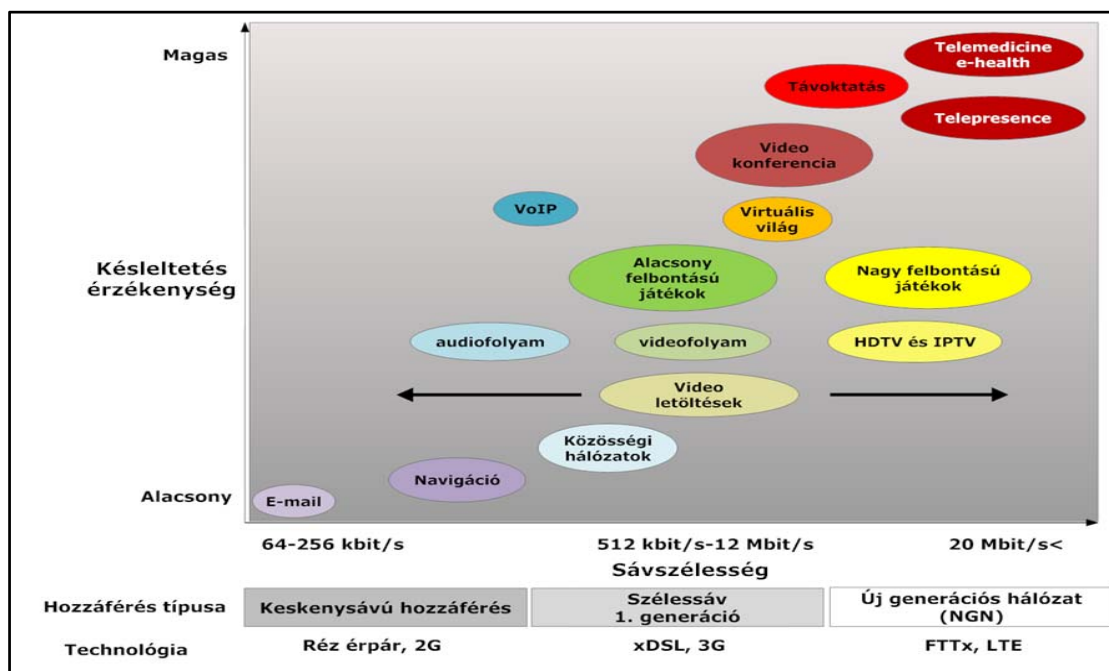
A konvergencia eredményeként a jelenlegi hálózatok egységesen képesek továbbítani a hang, adat és videó tartalmakat. Ez a folyamat egységes protokollon alapuló, intelligens, a szolgáltatások kialakítása szempontjából rugalmas hálózat kialakulásához vezetett (Bartolits, 2005), melynek általános elnevezése az NGN. Miután a piac által generált fejlődésről és fejlesztésről van szó, az NGN megjelenése természetes folyamat. A szolgáltatások adatátviteli igénye ezzel párhuzamosan növekszik, melynek kielégítésére új generációs hálózati infrastruktúra szükséges. Hozzáférési hálózati szinten ennek elnevezése NGA, amely olyan vezetékes és vezeték nélküli technológiát foglal magában, mely részben vagy egészben optikai technológián alapul. Az NGA hálózatok kiépítését azért fontos, hogy a vidéki területeken is dinamizmust és versenyt vigyenek a szélessávú szektorba (Ruhle et al, 2011). Egyrészt az IP alapú hálózati technológia által a szolgáltatók platformfüggetlenül képesek adattovábbításra és megjelenhetnek egymás piacán, ami még nagyobb versenyt és további technológiai fejlesztéseket generál. Másrészt üzleti növekedési lehetőséget jelent a szolgáltatóknak (Picot és Wernick, 2007), és hogy a magasabb felhasználói igényeket is képesek legyenek kielégíteni, új üzleti modelleket hoznak létre. Ehhez alacsony költségű, modern technológia szükséges, mellyel alacsony előfizetői díj mellett magas színvonalú, ún. „one-stop” szolgáltatást tud nyújtani, mint például a Triple Play vagy a Quadra Play.

A digitális technológia fejlődésével párhuzamosan kialakulóban van egy új ökoszisztéma, melyet Digitális Ökorendszernek (Digital Ecosystem) neveznek (Herdon et al, 2010) és amelyben az élet és az üzlet minden területét digitális megoldások támogatják (Herdon et al, 2011). A Digitális Ökorendszer megvalósulásának folyamatát, hatásait és a rendszer elemeit az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A digitális ökoszisztéma megvalósulása és elemei (Forrás: saját szerkesztés)

A digitális ökoszisztémában felhasználók (lakosság, vállalkozások, állam) milliói és eszközök tízmilliói kommunikálnak egymással, tartalmak és alkalmazások tízezreit igénybe véve (NFM, 2011). Ezzel az adatforgalom is többszörösére növekedett – nagyrészt a multimédiás tartalmak és az előfizetői létszám növekedése miatt – amit már csak nagy kapacitású hozzáférési hálózaton lehet továbbítani. Az egyes szolgáltatások által igényelt adatátviteli sebesség – amelyeket most vagy a jövőben várhatóan elterjedten használunk – a 2. ábrán látható.



2. ábra. Az egyes szolgáltatásokhoz tartozó adatátviteli sebesség igények (Forrás: www.latameconomy.org alapján)



Az optikai hálózati technológia elegendő kapacitást nyújt, hogy évtizedekre kielégíthetők legyenek a felhasználói igények. A szolgáltatók esetében pedig olyan gazdasági előnnyel rendelkezik, mely hozzájárul a piaci pozíciójuk megtartásához, hiszen a kiépítési és működtetési költségek jóval alacsonyabbak, mint a rézalapú távközlési hálózatok esetében. Az optikai szál technológiával a szolgáltatók magas minőségű, ún. one-stop szolgáltatásokat képesek nyújtani előfizetők számára úgy, hogy a költségek alacsonyak maradnak. A DSL technológiában még vannak tartalékok, így a szolgáltatók meglévő rézkábeles infrastruktúrájukat viszonylag nem túl nagy ráfordítással alkalmassá tehetik a jelenlegi és a közeljövő igényeinek kielégítésére. Zöldmezős beruházások esetén azonban az előfizetői hozzáférést is optikai kábellel célszerű megoldani. A vidéki térségek számára nagy előrelépést jelentenek a vezeték nélküli szélessávú technológiák alkalmazása. A félreeső és elmaradott térségekben ideiglenesen ezek jelentenek megoldást, mert kezdetben gazdaságosabban működtethető (Horváth, 2011). Az LTE technológia a mobilszélessáv hosszú távú fejlődését biztosítja és vidéki régiókban is gyors mobil internet kapcsolatot biztosít a felhasználók számára.

A „megéri, vagy nem éri meg a szélessávú fejlesztésbe befektetni” dilemma teljesen más értelmet nyer a befektetői profitelvárás és a társadalmi haszonmaximalizálás szempontjai szerint. A társadalmi hasznok összege elérheti, vagy meghaladhatja a befektetés összegét (Horváth, 2011). Az NGA társadalmi hatása főként az életszínvonal (közösségi élet, otthoni szórakozás, digitális írástudás) változásán keresztül jelentkezik. A magánszemélyek elérése egyszerűbbé, hatékonyabbá válik, az új szolgáltatások révén sokkal inkább ki fog tudni teljesedni az e-demokrácia és sokkal gyorsabban fejlődik a hálózatokra épülő társadalom (Bartolits, 2008). Ezen jellemzőknek áttételesen a gazdaságra gyakorolt hatása is van. Egyrészt a telekommunikációs piac számára üzleti növekedési lehetőséget nyújt, továbbá növelheti a gazdasági lehetőségeket a vidéki térségekben azáltal, hogy ösztönzi a helyi vállalkozások és a távmunka fejlesztését, valamint elősegíti az oktatáshoz és továbbképzéshez való hozzáférést (LaRose et al, 2011). Egy nagyon fontos lehetőség lehet az elmaradottabb régiók számára az informatikai felhő (CloudComputing) térnyerése, melynek esetében egy régió vagy település átlépheti a saját tulajdonú számítógép- és szoftverrendszerek korszakát és a szolgáltatási modellt alkalmazhatja, ami különösen kedvező lehet a nagyon kevés tőkével rendelkező kisvállalkozások számára (Bögel, 2009).

## 2.2. Korlátok a fejlesztésben

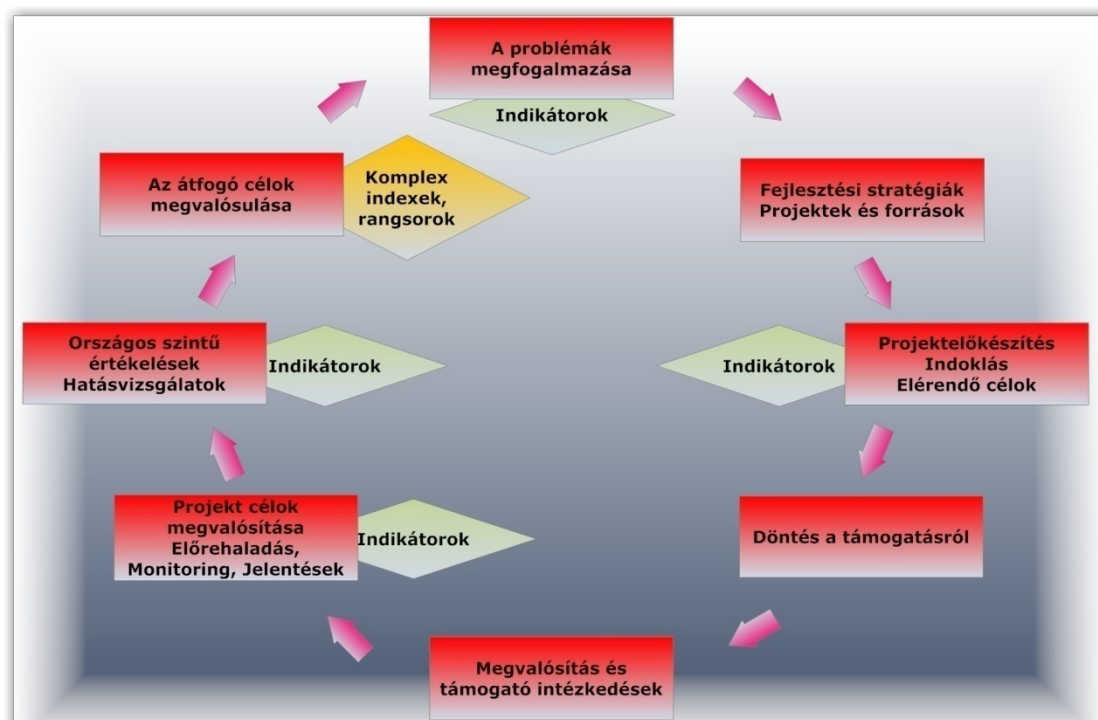
Az ún. digitális szakadék növekedése egyre fontosabb probléma a nemzetközi szervezetek számára, és a döntéshozók egyik fő kihívása ennek a szakadéknak a csökkentése (Billon et al, 2009). A szélessávú szakadék többé nem penetrációs megosztottságot jelent. Egyre inkább minőségi, kapacitási megosztottsággá válik, vagyis az a fontos, hogy az emberek a szolgáltatások milyen körét érhetik el és használhatják (Vicente és Gil-de-Bernabé 2010). A digitális szakadék inkább földrajzi jelenség, és nem társadalmi-gazdasági (Moutafides és Economides, 2011). Vidéki területeken a mai napig jelentős az elmaradás mind elérhetőség, mind használat szempontjából, pedig a fejlesztésekre rendkívül nagy szükség lenne, hiszen az EU jelentős agrár- és élelmiszergazdasággal rendelkezik, mely szintén a vidéki régiók jellemző ágazata. A vidékhez erősen köthető ágazatok fejlesztése tehát kulcsfontosságú, mert számos olyan tevékenységet foglal magába (élelmiszerbiztonság, kapcsolattartás, kereskedelem, logisztika, stb.), melyek fejlett IT eszközöket és hozzá szélessávú infrastruktúrát igényel. Az IT és IKT elmaradottság elsősorban azokat a vidéki térségeket érinti, ahol a gazdasági teljesítmény alacsonyabb. Ezek főként olyan régiók, melyek erősen kötődnek a mezőgazdasági és az alacsony hozzáadott értékű termelői szektorhoz, így alacsonyabbak a jövedelmek is és ehhez kapcsolódóan az IKT költség aránya. Mindezek kismértékű fejlődést indukálnak a beruházási, infrastrukturális és szolgáltatási területeken (Preston et al, 2007), mivel a szolgáltatók csak ott építenek ki infrastruktúrát, ahol az üzleti környezet kedvező, azaz egységnyi területre relatíve nagyszámú előfizető jut, ami szükséges ahhoz, hogy a beruházás viszonylag rövid időszak alatt megtérüljön. Az EU lakosságának jelentős része üzleti szempontból kevésbé – vagy egyáltalán nem – vonzó vidéki területen él, viszont számukra a szélessávú hozzáférés szintén kulcsfontosságú. Egyrészt, az elmaradott térségek között versenyelőnyre tesz szert az, amely a többiekénél előbb valósít meg egy átfogó szélessávú fejlesztési programot, másrészt a szélessávú infrastruktúra és a szolgáltatások hiánya visszafogja a hiánnyal jellemzett térségek fejlesztését (Horváth, 2011).



Az NGN újabb technológiai megoldásai bár csökkentik a kiépítés költségeit, ennek ellenére fontos a méretgazdaságosság és kulcsfontosságú tényező a szolgáltatás-átadási pontok közötti távolság. A nagyobb népsűrűségű területek kevésbé drágák az egy felhasználóra jutó beruházási költséget tekintve (Höffler, 2007). Ezért a nagysebességű hozzáférési pontok a nagyobb városokban, ezen belül lakótelepeken és lakóparkokban épültek ki. A lakótelepek rendkívül gazdaságosak, de csak közepes keresletet jelentenek a szolgáltatók számára, míg lakóparkok kevésbé gazdaságosak, de sokkal fizetőképesebbek. A családi házas ún. hagyományos városrészek és a vidéki kisvárosok, községek kevésbé preferáltak. Emiatt – hasonlóan az USA-hoz – nálunk is a hálózati szolgáltatást nyújtó nagy- és közép vállalatok tipikusan a nagyvárosi területeken működnek, a kis kábelszolgáltatók viszont szinte kizárólagosan a vidéki térségekben. Ez utóbbi vállalkozások infrastruktúrája gyakran elavult és gyakran mindössze néhány száz vagy ezer háztartásnak szolgáltatnak (Wood, 2008). Nem tudnak és nem is hajlandók befektetni modern NGA infrastruktúrafejlesztésbe, hiszen az elvárt profit magas bizonytalanságú (Moutafides és Economides, 2011), így a fejlesztések elmaradtak és szolgáltatói részről nem is várhatóak. Még az ideális versenyhelyzet sem tudja ezeket a problémákat megoldani, hiszen a versenyalapú üzleti döntések nem feltétlenül esnek egybe a társadalmi optimummal. A piaci elégtelenségek kompenzálására számos EU által támogatott kutatási projekt indult, melyek a vidéki régiókban a szélessávú technológiai fejlesztések gazdasági vizsgálatára és ösztönzésére irányultak (Herdon és Houseman, 2007). Magyarországon az egyik leghatékonyabb eszköz volt a befektetési tőketámogatás. Erre épült fel a legtöbb pályázat, azaz támogatták a vállalatok és önkormányzatok hálózatfejlesztését. Volt olyan pályázat is, melyben az állami és EU-s támogatás összesen elérte akár a 90%-ot is. Ezek a lehetőségek nagy lendületet adtak a szélessávú infrastruktúra megvalósításának olyan térségekben, ahol azok piaci alapon nem jöttek volna létre, de a településeken belüli NGA hálózat még mindig szűk keresztmetszetet jelent.

### 2.3. Hálózatfejlesztési hatások mérési és értékelési módszerei

Az egyes országok régióinak és településeinek szélessávú infrastruktúrához köthető jellemzői nagymértékben eltérhetnek, mivel nagy a szakadék az információs technológiák hozzáférhetősége és használata tekintetében. Ennek oka igen sokrétű, ezért a fejlesztési stratégiák is különböznek, mert minden térség egyedi jellemzői alapján határozza meg azokat. A nemzeti szintű fejlesztési tervekben figyelembe kell venni a vidék hozzájárulását a teljes gazdasághoz, és a szélessávú hálózat hozzájárulását a vidéki gazdasághoz (mezőgazdaság, vidéki vállalkozások, természeti erőforrások), amikor értékeljük a vidéki közösségek számára szükséges szélessávú hozzáférési és újgenerációs szolgáltatásokat (Mosenthal et al, 2009). A hálózatfejlesztési elemzések fő célja, hogy választ adjanak a kérdésre vajon a beruházás egy kiválasztott hozzáférési technológiába jövedelmező-e vagy sem (Zagar és Krizanovic, 2009). Mivel az EU tagállamai több milliárd eurós beruházásokat valósítottak meg annak érdekében, hogy csökkentse a hálózatfejlesztési beruházások szempontjából, az üzletileg kevésbé vonzó területeken a szélessávú hálózati fejlettségben és a használatban mutatkozó elmaradottságot, egyre nagyobb hangsúly helyeződött a fejlesztések hatékonyságára és annak mérésére is. A szélessávú projektek esetében az indikátoroknak kulcsfontosságú szerepe van az egyes folyamatokban (3. ábra), hiszen fontos hogy a pályázó állapotfelmérést tudjon végezni és számszerűen meg tudja határozni az elérendő célokat.



**3. ábra.** Szélessávú fejlesztések megvalósításának folyamata (Forrás: saját szerkesztés)

A projekteken kívül nemzeti teljesítmény-mérések és a nemzetközi összehasonlítások szintén alapvető fontosságúak. Érdemes kiszámítani, hogy konkrétan milyen társadalmi és gazdasági hatása van a kiépített infrastruktúrának. Egy nemzet esetében ezt gazdasági és társadalmi változásokkal lehet jellemezni. Az ezredforduló után az infokommunikációs hálózatok jelentős fejlődésen mentek keresztül és körülbelül erre az időszakra tehető az országok összehasonlító vizsgálatához ma is használt IKT indexek kidolgozása a fejlődés és fejlettség mértékének meghatározására.

### 3. Magyarország és az EU-régiók vizsgálata, eredmények

Ebben a fejezetben szekunder adatforrásokra alapuló vizsgálatokat végeztem, országos és regionális szinten. Magyarország IKT fejlődését idősoros adatokkal, jelenlegi IKT helyzetét pedig az Európai Unió tagállamaihoz viszonyítva, komplex indexek segítségével elemeztem. Fontosnak tartom regionális vizsgálatokat is elvégezni, hogy az egyes országokon belül mutatkozó különbségek alapján azok okai is feltárhatók legyenek. Regionális kutatásomban 16 EU tagország NUTS-2 régiói és ezek gazdasági és IKT jellemzői kerültek be. Ezek a vizsgálatok szintén igazolták azokat az összefüggéseket, melyek országos vizsgálatokban mutatkoztak.

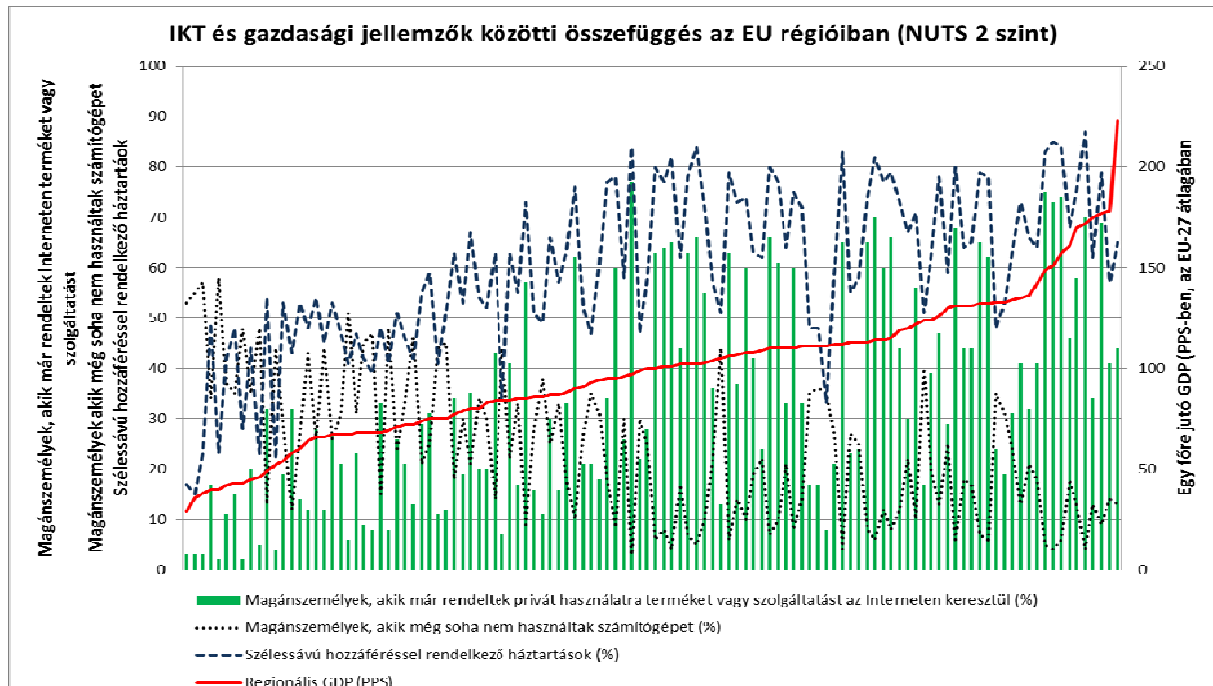
#### 3.1. Egyszerű mutatószámok az infrastrukturális és használati színvonal mérésére

Az egyszerű mutatók egyik nagy előnye, hogy közülük az országos szinten túl sok érhető el régiós és megyei lebontásban is, így összehasonlíthatóságot tesznek lehetővé országon belüli térségek fejlettségét illetően. A hátrányuk azonban az, hogy ezek az adatok csak különállóan használhatóak fel, abszolút értelemben mutatják a fejlettséget és csak az adott mennyiségi vagy minőségi jellemző szerinti IKT-gazdasági helyzetképet adnak. Az 1. táblázatban olyan általános helyzetképet adó mutatókat ismertetek, melyek ugyan utalnak a fejlettség szintjére, de nem egészen fejezik ki a használat valódi színvonalát. Ilyenek például az előfizetési adatok, melyek folyamatos növekedést mutatnak, azonban az Interneten elérhető szolgáltatások igénybeviteléről nem ad információkat. Az IKT kiadások mértéke ugyan némileg ingadozik az egyes évek között, de viszonylag egyenletesnek mondható, ami pozitívum, hiszen az előfizetések mellett a hozzáférési szolgáltatások minősége és sebessége folyamatosan emelkedett, ami azt jelzi, hogy az előfizetői díjak alacsonyak maradtak, vagy nem változtak nagy mértékben.

**1. táblázat.** Néhány IKT fejlettséget tükröző indikátor Magyarországon 2006-2011 időszakban  
(Adatforrás: [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu), [ec.europa.eu/Eurostat](http://ec.europa.eu/Eurostat), [www.itu.int](http://www.itu.int))

Megnevezés/Év	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Internet-előfizetések száma (db)	1 329 620	1 832 023	2 310 914	2 803 543	3 341 464	4 324 810
Mobilinternet előfizetések száma (db)	199 784	356 721	570 835	933 000	1 306 912	2 154 842
Ügyfélkapu regisztrációk száma	420 534*	556 238*	694 598*	801 688*	976 527	1 134 109
IT kiadásértéke(GDP %)	1,8	1,7	1,6	1,9	1,8	n.d.
Kommunikációs kiadás értéke (GDP %)	4,7	4,3	4,2	4,5	4,1	n.d.
IKT piac (milliárd euro)	6,1	6,4	6,7	n.d	n.d	n.d

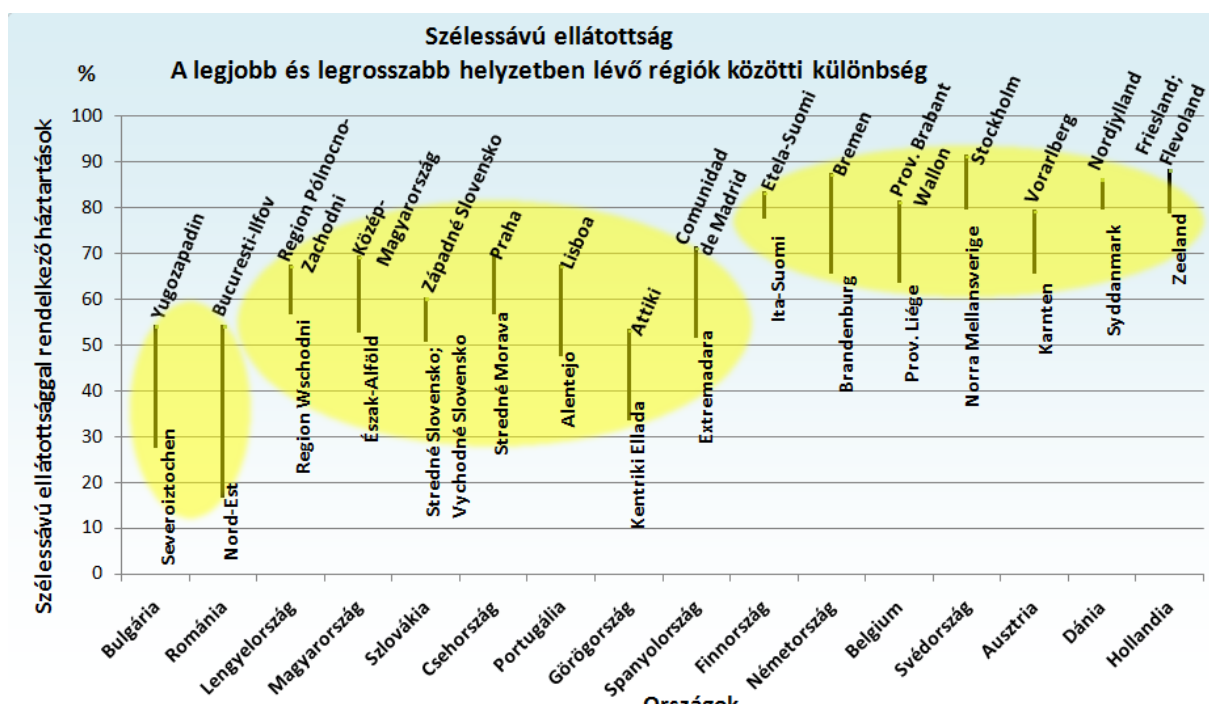
Az infrastruktúra tekintetében Magyarország folyamatos fejlődik. 2009-ben hazánkban már 2090 településen (a 3152-ből) érhető el optikai hordozóhálózat (GKIeNET Kft.), de szűk keresztmetszetet képeznek az aktív eszközök. A hozzáférési hálózati rész (lastmile) fejlesztése ugyan folyamatos, de lassan halad. Az OECD Magyarországra 26 Mbit/s átlagos letöltési sebességet becsül a szolgáltatók meghirdetett szolgáltatásai alapján 2011-ben ([www.oecd.org](http://www.oecd.org)). Az infrastruktúra használatának elősegítésére a legtöbb lehetőséget hazánkban az eMagyarország program pályázatai adták (például a KIHOP, a MENET és a NETreKész). Részben ennek köszönhető, hogy az utóbbi időben növekedés tapasztalható az előfizetések és a használat intenzitásának terén. A használatot jól példázza az Ügyfélkapu szolgáltatásra regisztráltak száma, ahol negyedévente 2-8%-os növekedés van. 2,5 év alatt az ügyfélkapus regisztrációk száma 41%-kal, az internet-előfizetések száma pedig 57%-kal emelkedett 2009 eleje óta. Internet lefedettség szempontjából nemzetközi összehasonlításban kielégítő a helyzetünk, Magyarországon az internet-előfizetések száma már több mint 4,3 millió. Ebből a legtöbb még vezetékes kapcsolat, azonban a mobilinternet előfizetések száma dinamikus növekedést mutat. Az NMHH statisztikája szerint 2012 februárjában az FTTx technológián keresztüli előfizetések száma 265.000, Docsis 3.0 hálózaton pedig 166.000 darab volt. Utóbbi hálózaton további 400.000 olyan előfizetés van, ahol a végberendezés (modem) cseréjével elérhető lenne a 30 Mbit/s feletti sebesség. Így összességében az előfizetések 23,3%-a 30 Mbit/s hozzáférési sebességű (NMHH, 2012). Ez nagyon jó eredmény, de a kapacitás kihasználása nagyban függ az adott régió társadalmi és gazdasági jellemzőitől. Az országon belüli régiós vagy kisebb területi egységek IKT fejlettségének mérése elengedhetetlen egy jól megalapozott fejlesztési irány kijelöléséhez. Ennek igazolására vizsgáltam az IKT jellemzők és a GDP kapcsolatát az EU régióinak adatai alapján (4. ábra).



**4. ábra.** Az információs társadalom és a gazdaság összefüggése (regionális vizsgálat) (Adatforrás: ec.europa.eu/eurostat, www.ksh.hu)

A régiókra vonatkozó adatok elemzése alapján kapott eredmény jól tükrözi a gazdasági helyzet és az IKT szektor közötti összefüggést. Látható, hogy az alacsonyabb GDP-vel rendelkező régiók az IKT eszközök használatában is elmaradást mutatnak. Ezek elemzése szintén fontos lehet, mivel azon tényezők, melyek szignifikánsak a nemzetközi penetrációs különbségek magyarázatára, országon belüli, regionális különbségek magyarázatában szintén lényegesek lehetnek (Bouckaert et al. 2010). Ezért egyre nagyobb teret nyer a regionális fejlesztések hatékonyságának és eredményeinek számszerű értékelése. Gazdasági szempontból kevés az arra vonatkozó adat, hogy egy-egy kisebb térségben vagy településen milyen hatásai vannak a szélessávú hálózat meglétének. A komplex térségfejlesztési programok, ezen belül a szélessávú fejlesztések következményeit hatáselemzéssel kell követni (Horváth, 2011). Különösen azon területek elemzését tartom fontosnak, ahol állami segítséggel és EU források felhasználásával vált lehetővé a szélessávú hálózatfejlesztés. Az üzleti alapú fejlesztésekhez hasonlóan, az állami támogatásokkal megvalósult beruházások hatékonyságát is mérni kell, azaz, hogy a pénzügyi források felhasználása az infrastruktúra fejlesztésére és kiépítésére hatékony volt, illetve lesz-e.

Az 5. ábrán 16 Európai Unió tagállam legjobb és legrosszabb helyzetben lévő régióit tüntettem fel, a szélessávú kapcsolattal rendelkező háztartások tekintetében. Az országok az egy főre jutó GDP alapján vannak sorba rendezve. Az ábrán jól látszik, hogy az alacsonyabb gazdasági teljesítőképességhez egy viszonylag alacsonyabb IKT fejlettség tartozik és az egy országon belüli legjobb és legrosszabb helyzetben lévő régiók közötti különbség is nagyobb, mint a nagyobb gazdasági fejlettségű északi országok esetében. A Skandináv országok esetében a különbség alig néhány százalék.



5. ábra. A szélessávú lefedettség alakulása az egyes országok régiói között (Adatforrás: ec.europa.eu/eurostat, www.ksh.hu adatai alapján)

### 3.2. Komplex indexek

Széles az IKT fejlettség méréséhez köthető azon összetett indexek köre, melyek az információs társadalom különböző oldalait vizsgálják (Emrouznejad et al, 2010) és számszerűsítik. Ezek integrált mutatószámok, melyek az általános fejlettségi mutatószámokon kívül figyelembe veszik a kapcsolódó gazdasági, valamint a nehezebben mérhető minőségi és használati jellemzőket is. Magyarország IKT helyzetét a világban és az Európai Unióban két jól ismert indikátor segítségével mutatom be: az egyik az NRI (NetworkedReadiness Index), a másik az E-readiness index. Magyarország két rangsorban elért helyezéseit és pontszámait az utóbbi 6 évben a 2. táblázat tartalmazza. Az egyes részmutatók között igen nagy eltérések vannak, az utolsó két felmérésben egyaránt a piaci környezet, a kormányzati és az egyéni felkészültség kategóriájában teljesítettünk a legrosszabbul.

2. táblázat: Magyarország NRI és E-readiness helyezései és pontszámai 2006-2011 időszakban (Adatforrás: www.weforum.org, www.eiu.com)

Megnevezés/Év	2006	2007	2008	2009	2010	2011
NRI helyezés (Rangsorolt országok száma)	33 (122)	37 (127)	41 (134)	46 (133)	49 (138)	43 (142)
NRI helyezés (EU-27 tagállamok között)	17	19	20	20	20	21
NRI pontszám	4,33	4,28	4,28	3,98	4,03	4,30
E-readiness helyezés (Rangsorolt országok száma)	32 (68)	34 (69)	33 (70)	35 (70)	35 (70)	n.a.
E-readiness pontszám	6,14	6,16	6,30	6,04	6,06	n.a.

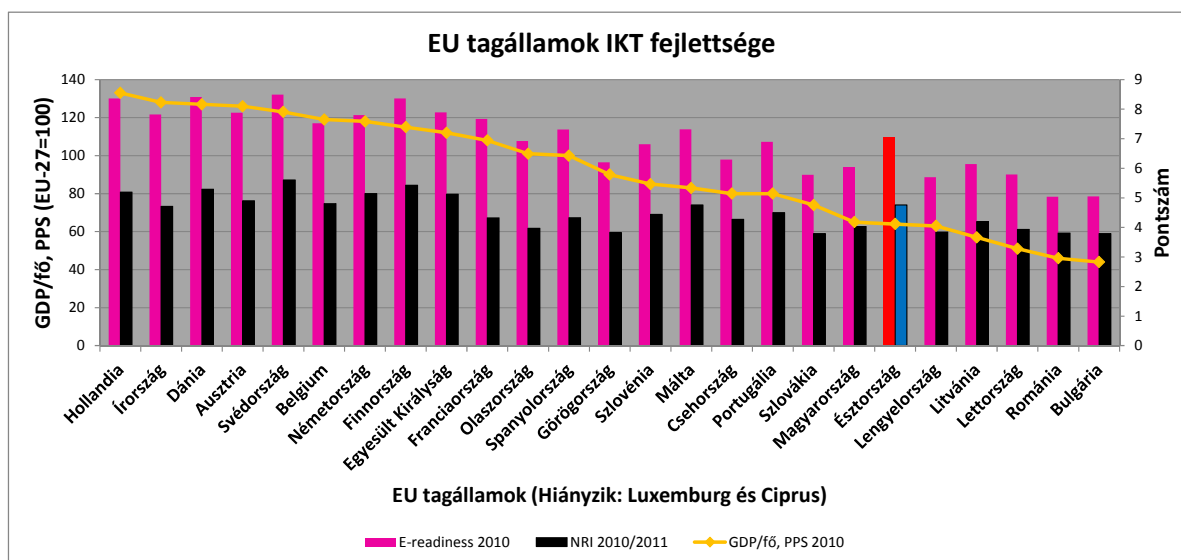
Az NRI olyan társadalmi, gazdasági és technológiai összetevőket tartalmaz, melyek a szélessávú hálózatok meglétéhez kapcsolódnak. Mivel a kutatásom alapvetően az NGN infrastruktúra hozzáférése és használatához kapcsolódik, továbbá a jövőbeni kutatási célom egy regionális



szinten alkalmazható IKT fejlettséget tükröző indikátor kidolgozása, az NRI komponensei megfelelő alapot nyújtanak a tényezők körének kiválasztásához.

Az E-readiness index azért került be az elemzéseimbe, mert a vidéki és elmaradott területeken a háztartások mellett KKV szektor jelenti a szűk keresztmetszetet az IT eszközök használatában (Struzak, 2010). A mutató többek között megmutatja a KKV szektor (amelynek kulcsfontosságú szerepe van a gazdaságban) és a szélessávú hálózatok közötti kapcsolat minőségét. Egy KKV E-readiness értéke megmutatja, hogy mennyire képes sikeresen alkalmazni és használni az információs technológiákat, mint például az e-kereskedelem (Fathian és Amiri, 2007).

A 6. ábrán látható, hogy 2010-ben az EU-27 tagállamai között viszonylag jó a helyezésünk. Az ország ezen a téren fejlődését nagyban köszönheti az egyes nemzeti és európai uniós forrásoknak is, hiszen nagyon sok pályázat volt infrastruktúra kiépítésre és korszerűsítésre. Ehhez hozzáadódnak a használatot elősegítő intézkedések forrásai is és az intézkedésekhez kapcsolódó társadalmi-gazdasági eredmények.



6. ábra. Az EU tagállamok IKT fejlettsége (Adatforrás: www.weforum.org, ec.europa.eu/eurostat)

#### 4. Következtetések

A regionális és nemzetközi összehasonlítások alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a társadalmi-gazdasági és IKT jellemzők között van kapcsolat, azonban az ok-okozati összefüggések bizonytalansága miatt további vizsgálatok szükségesek. Nyilvánvaló, hogy egymást gerjesztő folyamatokról van szó, azaz egy erős gazdasággal rendelkező ország könnyebben tud telekommunikációs infrastruktúrát építeni és a társadalom szereplőit fogékonyra tenni a technológia használatára és az innovációra. Ezt követően azonban az elért IKT fejlettségi szint a gazdaságot erősítheti, hatékonyabbá teszi a gazdasági folyamatok működését. Ezért a további fejlesztési tervek kialakításában mind az állapotfelmérés, mind pedig a fejlesztések hatásainak komplex mérése nagyon fontos regionális szinten is.

#### Hivatkozások

- Bartolits, I. 2005. Új generációs hálózatok (NGN). IT3 Tanulmány. pp. 17-24.
- Bartolits, I. 2008. Új generációs hálózatok (NGN). [Online] <URL: <http://www.nhit-it3.hu/images/tagandpublish/Files/it3-2-1-2-u.pdf>>
- Billon, M., R. Marco, F. Lera-Lopez. 2009. Disparities in ICT adoption: A multidimensional approach to study the cross-country digital divide. Telecommunication Policy 33. pp. 596-610.
- Bouckaert, J., T. Dijk, F. Verboven 2010. Access regulation, competition, and broadband penetration: An international study. Telecommunication Policy 34. pp. 661-671.



- Bögel, Gy. 2009. Az informatikai felhők gazdaságtana – üzleti modellek versenye az informatikában. Közgazdasági Szemle. Budapest. LVI évf. pp. 673-688.
- Emrouznejad, A., E. Cabanda E., R. Gholomi R. 2010. An alternativemeasure of theICT-Opportunity Index. Information&Management 47. pp. 246-254.
- Fathian M, Amiri B. 2007. Investigation of effectivefactorsone-Readiness of IranianManufacturingSMEs. International ConferenceonInformationTechnology (ITNG'07).
- GKIE NET Kft. 2009. 2090 település optikai elérése megoldott Magyarországon [Online] <URL: <http://gkienet.hu/en/news/2090-telepules-optikai-elere-se-megoldott-magyarorszagon/>>
- Herdon, M, J. Houseman. 2007. ICT and InnovationinRuralAreas. In: Nábrádi A, Lazányi J, Herdon M (szerk.) AVA 3 International ConferenceonAgriculturalEconomics, RuralDevelopment and Informatics. Debrecen, Magyarország. pp.1-11. (ISBN: 978-963-87118-7-8)
- Herdon, M, Á. Péntek, L. Várallyai. 2011. Digital Business EcosystemPrototypingforAgri-FoodSMEs. In: Salampasis M, MatopoulosA (szerk.) 5th International ConferenceonInformation and Communication Technologies inAgriculture, Food and Environment: HAICTA 2011. Skiathos, pp. 273-286. (ISBN: 978-960-89024-1-1 (SET), 978-960-89024-2-8 (Vol 1))
- Herdon, M, M. Raffai, Á. Péntek, T. Rózsa. 2010. Digital Business EcosystemToolsasInteroperabilityDrivers. In: Bernus P, Doumeinots G, Fox M (szerk.) EnterpriseArchitecture, Integration and Interoperability. IFIP TC 5 International Conference, EAI2N 2010, Heldas Part of WCC 2010. Brisbane, Ausztrália Berlin: Heidelberg ; New York: Springer, LNCS 2098, pp. 116-127. (IFIP AdvancesinInformation and CommunicationTechnology; 326.) (ISBN: 3-642-15518-1)
- Horváth, P. 2011. A szélessávú infrastruktúra értéke. Híradástechnika. LXVI. évfolyam. 2011/1. pp. 2-11.
- Höffler, F. 2007. Cost and benefitsfrominfrastructurecompetition. Estimatingwelfareeffectsfrombroadbandaccesscompetetion. Telecommunicatons Policy 31. pp. 401-418.
- LaRose, R., S. Strover, J. L. Gregg, J. Straubhaar. 2011. The impact of ruralbroadbanddevelopment: Lessonsfrom a naturalfieldexperiment. GovernmentInformationQuarterly 28. pp. 91-100.
- Mosenthal, J.T., B. Nleya, N. G. Manthoko. 2009. Broadband/Futuregenerationnetworkservicesdeploymentinrural and remoteareas. Inthe proceedings of: Adaptive Science & Technology, 2009. ICAST 2009. 2nd International Conferenceon, 14-16 Jan. 2009, pp. 128 – 132, Accra, ISBN: 978-1-4244-3522-7
- Moutafides, G. M., A. A. Economides. 2011. DemandforbroadbandaccessinGreece. Telematics and Informatics 28. pp. 125-141.
- Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM). 2011. Szélessáv-fejlesztési koncepció. [Online] <URL: [www.kormany.hu/download/4/a/2/20000/NFM\\_Szelessav-fejlesztési\\_koncepcio.pdf](http://www.kormany.hu/download/4/a/2/20000/NFM_Szelessav-fejlesztési_koncepcio.pdf)>
- Picot, A., C. Wernick C. 2007. The role of governemntinbroadbandaccess. Telecommunication Policy 31. pp. 660-674.
- Preston, P., A. Cawley, M. Metykova. 2007. Broadband and ruralareasint he EU: Fromtechnologytoapplications and use. Telecommunications Policy 31. pp. 389-400.
- Ruhle, E., I. Brusic, J. Kittl, M. Ehrler. 2011. NextGenerationAccess (NGA) supplysideinterventions – An internationalcomparison. Telecommunication Policy. Volume 35. Issues 9-10. pp. 794-803.
- Struzak, R. 2010. Broadband Internet in EU countries – Limitstogrowth. IEEE CommunicationMagazine. pp. 52-57.
- Vicente, M.R., F. Gil-de-Bernabé. 2010. Assessingthebroadbandgap: Fromthepenetrationdividetothequalitydivide. TechnologicalForecasting&SocialChange 77. pp. 816-822.
- Wood, L. E. 2008. Ruralbroadband: The providermatters. Telecommunications Policy 32. pp. 326-339.
- Zagar, D., V. Krizanovic. 2009. Analyses and Comparisons of Technologies forRuralBroadbandImplementation. 2009 International Conferenceon Software, Telecommunications& Computer Networks – (SoftCOM 2009). Croatia, Hvar, pp. 292-296.
- Economist Intelligence Unit: [www.eiu.com](http://www.eiu.com)
- Európai Unió Statisztikai adatbázisa: [ec.europa.eu/eurostat](http://ec.europa.eu/eurostat)

International Telecommunication Union: [www.itu.int](http://www.itu.int)

Központi Statisztikai Hivatal: [www.ksh.hu](http://www.ksh.hu)

Latin American Economic Outlook: [www.latameconomy.org](http://www.latameconomy.org)

Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság: [www.nmhh.hu](http://www.nmhh.hu)

Organisation for Economic Co-operation and Development: [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

World Economic Forum: [www.weforum.org](http://www.weforum.org)